CENTRE INTERNATIONAL DE SYNTHÈSE
FONDATEUR-DIRECTEUR : HENRI BERR

SECTION D'HISTOIRE DES SCIENCES

REVUE D'HISTOIRE DES SCIENCES

ET DE LEURS APPLICATIONS

Fondateur : PIERRE BRUNET
Direction : SUZANNE DELORME et RENÉ TATON

REVUE PUBLIÉE AVEC LE CONCOURS DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Tome VII - N° 3 **Juillet-Septembre 1954**

SOMMAIRE

Gilles-G. GRANGER. — Langue universelle et formalisation des sciences. Un fragment inédit de Condorcet.

François GRÉGOIRE. — Le dernier défenseur des tourbillons : Fontenelle.

H. EPSTEIN. — Le dromadaire dans l'Ancien Orient.

DOCUMENTATION ET INFORMATIONS

ANALYSES D'OUVRAGES

(voir au dos)

PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE

PUBLICATION TRIMESTRIELLE

CENTRE INTERNATIONAL DE SYNTHÈSE
Fondateur-Directeur : Henri BERR
Section d'Histoire des Sciences

REVUE D'HISTOIRE DES SCIENCES
ET DE LEURS APPLICATIONS

PARAISSANT TOUS LES TROIS MOIS

Fondateur : Pierre BRUNET

Direction : Suzanne DELORME, René TATON
Centre International de Synthèse (Section d'Histoire des Sciences)
12, rue Colbert, Paris (2e)

Administration : **Presses Universitaires de France**
108, boulevard Saint-Germain, Paris (6e)

Abonnements : **Presses Universitaires de France**
1, place Paul-Painlevé, Paris (5e)
Tél. ODÉon 64-10

Année 1954 (4 numéros) : France, Union française, **1.000** francs. Étranger, **1.200** francs
Prix du numéro : **320** francs
Compte Chèques Postaux : Paris 392-33

AVIS IMPORTANT. — *Les demandes en duplicata des numéros non arrivés à destination ne pourront être admises que dans les quinze jours qui suivront la réception du numéro suivant.*

Il ne sera tenu compte d'une demande de changement d'adresse que si elle est accompagnée de la somme de trente francs.

Suite du Sommaire :

DOCUMENTATION. — Bibliographie de Pierre Brunet (1893-1950) (S. COLNORT).

INFORMATIONS. — France : XIXe Semaine de Synthèse. Prix Binoux : Et. Rabaud. Commémoration : Dr Roux. Congrès de l'A. F. A. S. Expositions : H. de Chardonnet. « Images de fleurs » (S. DELORME). Société d'Étude du XVIIe siècle. — Italie : Enseignement de l'Histoire des Sciences (A. NATUCCI). Nouvelles diverses. — Pays-Bas : Réunion de la Société pour l'Histoire des Sciences exactes. Exposition sur la microscopie. — Suisse : Réunion de la Société helvétique pour l'histoire de la Médecine et de la Société helvétique des Sciences naturelles.

ANALYSES D'OUVRAGES. — O. NEUGEBAUER, *The exact Sciences in Antiquity* (J. ITARD). — J. Ma MILLÁS VALLICROSA, *El libro de la « Nova Geometria »* de Ramon LULL (J. ITARD). — O. ORE, *Cardano the gambling Scholar* (R. TATON). — D. PAPP, *El Problema del Origen de los Mundos* (R. TATON). — P. DUHEM, *The Aim and Structure of Physical Theory* (S. COLNORT). — G.-O. DUVIC, *Louis Pasteur, l'immortel bienfaiteur* (R. TATON). — G. H. M. LAWRENCE et al., *Plant genera* (A. TÉTRY). — W. B. TURRILL, *Pioneer plant Geography, The phytogeographical Researches of Sir Joseph Dalton Hooker* (A. TÉTRY). — H. HARANT et J. RIOUX, Le paludisme autochtone en Languedoc-Roussillon, in *Rev. Pathol. Gén. Comp.* (J. THÉODORIDÈS). — A. CHAPUIS, *A.-L. Breguet pendant la Révolution Française* (M. DAUMAS). — *Un demi-siècle de progrès dans les travaux publics et le bâtiment (1903-1953)* (S. COLNORT). — J. VON ZENNECK, *Fünfzig Jahre Deutsches Museum.* — *Der Wiederaufbau des Deutschen Museums.* — E. ROTH, E. M. CORDIER, *Unser Deutsches Museum* (S. COLNORT). — *Actes du VIIe Congrès international d'Histoire des Sciences* (J. THÉODORIDÈS). — *Techniques et civilisations*, t. I et II. (S. COLNORT).

PUBLICATIONS REÇUES.

Dans chaque numéro :

Articles originaux ; Documentation et Informations ; Analyses d'ouvrages.

La Revue publiera dans ses prochains numéros des articles de

H. BERR, S. DELORME, Dr DULIEU, J. ITARD, A. KOYRÉ, R. LENOBLE, J. H. LUCE, P.-H. MICHEL, J. MOGENET, G. SARTON, P. SERGESCU, P. SPEZIALI, J. TANNERY, R. TATON, etc.

Le prochain fascicule sera, en grande partie, consacré au cinquantenaire de la mort de **Paul TANNERY**

Langue universelle et formalisation des sciences

Un fragment inédit de Condorcet

Dans la partie déjà publiée du *Tableau historique*, Condorcet, esquissant les progrès futurs de l'Esprit humain, consacre quelques pages à l'idée d'une « langue universelle ». Il voit dans l'institution de cette langue l'un des « moyens généraux qui doivent influer à la fois sur le perfectionnement de l'art d'instruire, et sur celui des sciences » (1). C'est donc dans le cadre d'une interprétation sociale de la connaissance qu'il convient tout d'abord de placer le texte inédit qui va être présenté. Une confirmation décisive de ce point de vue se trouverait dans la partie non publiée ici du fragment, lorsque Condorcet envisage sa langue universelle comme un moyen de sauver la Somme du savoir humain des cataclysmes futurs. Une rédaction périodiquement révisée d'un exposé de la Science et des Techniques, serait, dit-il, gravé sur des tables de métal enfouies dans des abris souterrains... Quelques indications figurées relatives au vocabulaire primitif de la langue suffiraient alors à permettre aux hommes futurs d'interpréter ce trésor, si la tradition même de nos langages usuels s'était perdue. La langue universelle, c'est donc, en premier lieu, une langue *immédiatement intelligible* ; de là son efficacité comme instrument de communication entre les hommes, et de construction du savoir.

*
* *

D'où vient cette intelligibilité immédiate de la langue universelle, sinon de ce qu'elle reposerait sur une reproduction de la structure logique des démarches de la Science, plutôt que sur des

(1) X[e] Époque, p. 232-233 (éd. Prior, Paris, 1937).

conventions historiquement constituées ? Ainsi, le problème technique et politique de la construction d'une langue artificielle, qui devait passionner certains esprits du XIX^e siècle (1), est éclipsé dans l'*Essai* de Condorcet par le problème *logique* de la mise en forme des sciences. En effet, « l'obstacle le plus réel » qui empêcherait le projet de s'étendre à tous les objets « serait, dit Condorcet, la nécessité un peu humiliante de reconnaître combien peu nous avons d'idées précises, de notions bien déterminées, bien convenues entre les esprits » (*Tableau historique*, éd. Prior, ibid., p. 235). La constitution d'une langue universelle se ramène ainsi, en dernier ressort, à une entreprise d'élucidation des concepts scientifiques. L'auteur de l'*Essai* passera donc tout naturellement, dans les parties les plus élaborées de son travail, du point de vue historico-social au point de vue logico-épistémologique.

C'est, dira-t-on, à peu de chose près, la position de Leibniz. Ce que nous connaissons aujourd'hui des textes leibniziens nous a, certes, révélé une analyse linguistique de la connaissance et une mise en forme de la pensée logique plus riche et plus systématique que la tentative de l'encyclopédiste français. Mais l'originalité de ce dernier n'en demeure pas moins entière. Car un examen soigneux des textes de Leibniz publiés du vivant de Condorcet montre que leur contenu se réduit, sur ce point, à quelques indications très sommaires (2). L'idée d'une « *spécieuse générale*, où toutes les vérités de la raison seraient réduites à une façon de calcul » y apparaît en effet (*Lettres à Monsieur Remond de Montmort*, édit. Dutens, V, pp. 7-12). Mais point de mise en œuvre, aucun échantillon de ces calculs logiques auxquels Leibniz, nous le savons aujourd'hui, s'exerçait dès sa vingtième année, et qu'il n'a cessé de remettre en chantier. Condorcet a-t-il même dû lire les textes de Leibniz alors à sa portée ? A cette question, sans pouvoir apporter d'arguments spécifiques (car Condorcet ne les cite jamais), il nous paraît prudent cependant de

(1) Cf. COUTURAT et LÉAU, *Histoire de la langue universelle* (Paris, 1907). On notera cependant que cet aspect de la question n'a point été étranger au siècle précédent. En 1795, par exemple, Delourmel présente à la Convention un *Projet de langue universelle*, et, dès la fin du XVII^e siècle, les Anglais Dalgarno et Wilkins en avaient publié des essais, connus de Condorcet et aussi de Leibniz.

(2) Deux recueils, œuvres « complètes » ou morceaux choisis, existent du temps de Condorcet : l'édition DUTENS (Genève, 1768), et *L'esprit de Leibniz*, publié par LÉMERY à Lyon en 1772. Le canevas de la recherche bibliographique a été tiré de RAVIER, *Bibliographie des œuvres de Leibniz*, 1937, et COUTURAT, *La logique de Leibniz*, 1901, chap. III et IV.

répondre par l'affirmative. Condorcet fut un grand liseur. L'idée leibnizienne, s'il l'a rencontrée, a dû le frapper.

Mais, plutôt que cette rencontre fortuite, ne conviendrait-il pas de souligner les affinités réelles qui, l'ampleur du génie mise à part, rapprochent sur bien des points les deux pensées ? Leibniz, comme Condorcet, est véritablement un *encyclopédiste*. Entendons par là : 1° Un homme que ses goûts portent à embrasser l'ensemble des sciences ; 2° Qui postule l'extension des méthodes scientifiques à la connaissance de l'homme ; 3° Qui adopte enfin une attitude active, et s'efforce de développer la science dans le sens d'une connaissance appliquée. Sur ces 3 points, le ci-devant marquis rejoint le conseiller privé de l'électeur de Hanovre. La notion d'encyclopédiste, il est vrai, n'est pas seulement une catégorie psycho-épistémologique ; c'est avant tout sans doute une catégorie historique. Mais le schéma indiqué suffira peut-être à suggérer une méditation sur les affinités de Leibniz et de Condorcet, justifiant des préoccupations parfois curieusement identiques. Il est donc permis d'affirmer que le problème d'une langue universelle s'est développé spontanément dans l'esprit de Condorcet, sans que la lecture éventuelle de quelques indications de Leibniz ait été autre chose qu'une confirmation ou un choc. Quant à la mise en œuvre de l'idée, en tout état de cause, son originalité est totale (1).

***

Le texte inachevé dans lequel Condorcet l'expose peut être aisément divisé en cinq chapitres de la manière suivante :

I. — Signes d'opérations générales de la pensée ;
II. — Signes d'objets et d'opérations algébriques ;
III. — L'auto-développement de la langue universelle ;
IV. — Esquisse d'un vocabulaire géométrique, mécanique et astronomique ;
V. — Esquisse d'une langue des sciences de la nature.

Une coupure importante a été pratiquée en éditant cet *Essai*. Tout ce qui, dans les deux dernières parties, concerne le vocabulaire

(1) Pour les textes de Condillac (*Traité des systèmes*, 1749, chap. 18 ; Discours préliminaire du *Cours d'études*, 1775 ; *La logique*, 1780), Condorcet les a certainement connus, et sa philosophie de la connaissance est très évidemment d'inspiration condillacienne. Mais rien dans l'œuvre de l'abbé ne pouvait directement suggérer le système linguistique imaginé par Condorcet.

particulier de la géométrie, de la mécanique, de l'astronomie, de la chimie, n'a pas été retenu. Soit que Condorcet y applique simplement les principes généraux précédemment établis, soit qu'il y lie trop étroitement son système à un état de la science qui rend logomachique toute tentative de formalisation, il n'apporte, dans les Folios 7 à 17 de son manuscrit rien qui ne soit déjà exprimé, et plus clairement, dans la partie que nous avons choisie.

Le texte ici présenté correspond aux 6 premiers Folios, où l'auteur expose le principe d'une langue algébrique générale, et aux Folios 17 à 19 *bis*, où il complète les premiers par une analyse des « opérations générales de l'intelligence » dans le domaine des sciences de la nature. Le manuscrit s'achève sur l'annonce d'un nouveau chapitre concernant l'extension du langage logique aux sciences « métaphysiques », linguistique, morale, politique, que nous n'avons pas retrouvé, et qui très vraisemblablement ne fut jamais écrit (1).

***

Il n'est pas question d'étudier ici dans son détail le contenu et la portée de ce texte. Nous tenterons en un autre lieu d'en analyser les thèmes, en les rattachant à un portrait épistémologique de Condorcet. Cette introduction se propose simplement de fournir un guide de lecture très sommaire, en mettant en relief les éléments de pensée moderne qui s'expriment dans cet *Essai*. On voudra bien toutefois ne pas en conclure que nous croyons y découvrir une nouvelle source de la logique contemporaine. Prétention parfaitement ridicule, quand on considère que ce texte du philosophe est demeuré inconnu des logiciens ; lu tout au plus par Arago et Mme O'Connor, mais rejeté par tous les éditeurs de l'*Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain*, il n'a pu exercer aucune espèce d'influence sur l'histoire de la Logique au XIX^e^ siècle. Il n'en porte pas moins témoignage d'une tentative parallèle à celle de Leibniz, et qui préfigure à certains égards les conceptions modernes des logiciens.

1. Condorcet y établit assez nettement la distinction entre le

(1) On pourrait toutefois prévoir assez nettement ce qu'il aurait pu être en s'aidant de l'*Essai sur l'application de l'analyse à la probabilité des décisions*, des six *Mémoires* sur la probabilité (Ac. des Sc., 1781-82-83-84), du *Discours* sur l'astronomie et le calcul des probabilités (*Œuvres*, éd. Arago, t. I), du *Tableau général de la science...* (id.), du *Discours* lu à l'Ac. des Sc. le 6 juin 1782, et de divers articles de l'*Encyclopédie méthodique*, partie mathématique (en particulier, s. v. *Absent*, *Assurances maritimes*).

niveau du *calcul* et le niveau *métamathématique*. Il adopte explicitement la langue algébrique usuelle comme symbolisme de calcul (I, 2), et cherche à établir, d'une part un algorithme des opérations logiques (négation I, 7 — prédicats I, 6, relations diverses), d'autre part une notation des actes métamathématiques qu'il discerne dans la démonstration ou la description des théorèmes (I, 3 et 4, par exemple).

Il énonce, du reste (§ 2) les trois espèces de symboles qui lui paraissent nécessaires à la langue universelle. Ce sont des signes d'*objets*, des signes de « rapports », et des signes d'*opérations intellectuelles*. Les deux premières relèvent du calcul, mathématique et logique, la troisième dépend d'un métalangage.

Il est vrai que le système de Condorcet est embarrassé sur bien des points ; qu'il mélange de façon peut-être inquiétante les considérations modales aux thèmes simples du métalangage (1) ; qu'il ne distingue pas toujours nettement démonstration réciproque, synonymie, équivalence (encore qu'au § 21, la question paraisse entrevue). Il est vrai, aussi, qu'il accepte ouvertement le recours au langage vulgaire pour suppléer aux insuffisances d'expression de sa langue universelle (III, 8).

Sa distinction expresse des trois types de symboles n'en est pas moins une marque originale et profonde de son système, par où il l'emporte même sur celui de Leibniz.

2. Condorcet, dans ce cadre général d'analyse linguistique, trace les linéaments d'une *logique mathématique* proprement dite, quoique de façon fort lacunaire et dispersée. On ne trouvera point dans son ouvrage le schéma systématique d'un calcul, en quoi il reste, cette fois, bien en deçà du maître de Hanovre. La notion de liaison propositionnelle, à peu près perdue depuis les Stoïciens, lui échappe ; le *non*, le *ou*, le *et* sont introduits d'une manière assez ambiguë, comme schémas métalogiques plutôt que comme signes de liaisons (II, 7, et III, 14) (2). On remarquera combien cette notation de l'alternative et de la conjonction est encore pour Condorcet d'un

(1) Par exemple, à côté du signe de position $\square$, de démonstration $\square\!\!\vdash$ (correspondant respectivement aux $\vdash$ et $\supset$ de KLEENE, in *Introduction to metamathematics*, Amsterdam-Groningue, 1952), il introduit un signe d'hypothèse interrogative $\square\!\!\dashv$, désignant ce qui est à démontrer. D'autre part, dans la partie V, 32 sqq., il introduit un système assez subtil de symboles pour désigner les différents modes du savoir en Physique.

(2) On trouve pourtant dans l'*Essai sur l'application de l'Analyse à la probabilité des suffrages* (pp. XLIV-LI et 105-8) une étonnante préfiguration des liaisons matérielles, que nous nous proposons de mettre en lumière dans un autre travail.

maniement peu sûr, puisqu'il commet une erreur dans l'application qu'il en donne.

Toutefois, il a la notion correcte de *prédicat*, dont il fait la base de tout son symbolisme de calcul, bien qu'il n'ait pas l'idée de noter cette relation binaire autrement que par le signe arithmétique de l'égalité, reliquat lointain, sans doute, de l'esprit aristotélicien de l'École.

3. Mais il esquisse pourtant, à propos de l'algèbre, de la mécanique, de l'astronomie, voire des sciences physico-chimiques, une analyse des *relations*. Analyse très anarchique, parce que presque purement matérielle, mais qui n'en est pas moins parallèle à celle de Leibniz. On y trouve quelques indications sur la relation d'égalité et de tout à partie (distinguée de celle de l'agrégat à l'élément), qui marquent un pas significatif dans le sens d'une conception plus formelle (V, 26 et 28).

Voilà donc trois références à la pensée moderne qui pourraient servir à évaluer cet *Essai*. Compte tenu même de l'état d'inachèvement dans lequel il nous parvient, on ne pourra guère s'empêcher, dans cette perspective, de le juger fort imparfait. Mais il ne convient pas d'oublier que sa visée principale était de nature politique, au sens le plus noble du mot, puisqu'il s'agissait d'étendre et de préserver le patrimoine intellectuel de la cité humaine. L'aspect logique de l'entreprise, qui nous a ici retenu, ne concernait originairement que le moyen, non la fin de l'*Essai* de Condorcet. Malgré ses insuffisances, il demeurait cependant assez nouveau pour que les éditeurs du XIX^e^ siècle n'en vissent pas la portée. Aujourd'hui même, il conserve assez de vertu pour porter témoignage de la fécondité encore inépuisée des idées du XVIII^e^ siècle.

ÉTABLISSEMENT DU TEXTE

L'*Essai sur une langue universelle* est contenu dans le carton 885 *c* des Manuscrits de l'Institut de France, à la suite de l'*Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain*. Il constitue un fragment demeuré inédit du développement de la X^e^ Époque.

Il se présente sous la forme de deux liasses, l'une autographe, comportant 22 Folios, plus 2 feuilles séparées, cotés de façon aberrante. Nous indiquerons en marge le numéro des Folios dans l'ordre normal de lecture, les feuilles séparées portant un numéro *bis*.

L'autre liasse est une copie, dont la Première Partie (10 Folios plus une feuille séparée) est en forme de *fac-similé* ; la

Seconde Partie (49 pages cotées) est, croyons-nous, de la main de Mme de Condorcet-O'Connor, fille de l'auteur.

Ces copies sont médiocres, et nous les avons souvent corrigées par l'original.

Quant à ce texte lui-même, bien qu'ayant subi une révision dont témoignent de nombreuses additions et corrections marginales, il n'était manifestement pas prêt pour l'impression. On sait que Condorcet l'a rédigé dans sa retraite de la rue des Fossoyeurs, aujourd'hui 15, rue Servandoni, entre le 30 octobre 1793 et le 6 avril de l'année suivante, où il est mort. Le style en est souvent lourd et incorrect, la ponctuation très insuffisante. Nous avons cru pouvoir introduire un découpage en sections et paragraphes qui n'est pas dans l'original. Au reste, toute restitution ou altération d'un texte fautif ou douteux (sauf pour la ponctuation et l'orthographe) a été indiquée au moyen des sigles qui suivent :

(mots n'existant pas dans l'original) ;

[mots explétifs dans l'original] ;

* mots de lecture douteuse * ;

|| (V) marque le début d'un Folio dont le numéro est indiqué à la suite.

Les signes spéciaux inventés par Condorcet ont pu être exactement reproduits. Toutefois, pour des raisons de commodité typographique, les symboles de prédicats, qui sont figurés dans le manuscrit au moyen de majuscules barrées horizontalement, ont été transcrits simplement par des majuscules grasses. D'autre part, nous avons adopté l'un des symboles actuels de la négation — le tilde préfixé au symbole nié — au lieu du I majuscule écrit par Condorcet en surcharge sur les signes qu'il nie.

Gilles-Gaston GRANGER.

ESQUISSE D'UN TABLEAU HISTORIQUE DES PROGRÈS DE L'ESPRIT HUMAIN

4e fragment, Xe Époque

Essai d'une langue universelle

Ire Partie

Des sciences mathématiques et physiques

(1) Le moyen le plus simple de faire bien connaître la nature d'une langue universelle et philosophique et de montrer toute l'étendue des avantages qu'elle permet, serait sans doute d'en présenter quelques essais,

d'en faire voir par l'exécution même la possibilité, les difficultés et l'usage.

L'exécution complète est peut-être au-dessus des lumières et des forces d'un seul homme. Mais, en me renfermant dans quelques parties des sciences sur lesquelles j'ai pu acquérir des connaissances moins étroitement bornées, en choisissant celles qui, dans leur état actuel, présentent le moins d'obstacles, je puis, sans trop de présomption, espérer de n'avoir pas fait un travail absolument inutile. Les imperfections en seront facilement remarquées par les hommes (les) plus éclairés, et les défauts de l'exécution ne les empêcheront pas d'apprécier la chose en elle-même, d'en saisir tous les avantages ; et puissent-ils en être assez frappés pour substituer à cette esquisse informe des tableaux plus vastes et mieux ordonnés.

Je commencerai par la science pour laquelle il est le plus aisé de former une langue universelle, par l'algèbre ; de là je passerai à d'autres parties des mathématiques, puis à quelques branches des sciences physiques ; enfin, j'étendrai cet essai même à quelques objets de la philosophie, afin que la preuve de la possibilité de l'exécution s'étende à tous les genres.

(2) Toute langue destinée à faire connaître des vérités doit exprimer : 1° Les objets dont ces vérités énoncent les rapports ; 2° L'existence de ces rapports ; 3° Les opérations que l'intelligence exécute, les moyens qu'elle emploie pour les découvrir.

Les signes nécessaires pour exprimer les rapports généraux existent dans la langue algébrique, puisqu'elle en a pour désigner l'égalité et la supériorité de quantité et de grandeur.

C'est par des opérations intellectuelles qu'on y découvre, qu'on y prouve, des vérités, et ces opérations sont de deux sortes. Les unes générales, applicables à tous les objets du raisonnement, les autres propres à la science même.

Presque toutes ces dernières opérations peuvent être exprimées par les signes de la langue algébrique connue. Je commencerai donc par examiner ceux qui sont nécessaires pour exprimer les opérations générales :

(I)

(3) On part nécessairement d'une proposition donnée, c'est-à-dire dont la preuve est antérieurement acquise, ou dont on suppose la vérité pour en tirer des conséquences pour parvenir à un résultat inconnu ou simplement hypothétique. (C'est-à-dire supposé connu, mais n'étant pas prouvé.) Il faut donc d'abord un signe pour désigner qu'une proposition est donnée, par exemple celui-ci . Il en faut un autre pour désigner le résultat auquel on est parvenu et celui auquel on veut parvenir || (II). Mais on peut savoir d'ailleurs quel est le résultat, ou bien l'ignorer et en connaître seulement la nature générale, la forme ; on a donc besoin de 3 signes. Je prends pour le signe du résultat trouvé et pour celui du résultat à

prouver, ⌐▭ pour celui du résultat à déterminer et à prouver. Ainsi, par exemple :

$$\square\ x^2 + ax + b = 0$$
$$\ulcorner\square\ x = -1/2\ a \pm \sqrt{1/4\ a^2 - b}$$

signifie que *soit* $x^2 + ax + b = 0$ on a $x = -1/2\ a \pm \sqrt{1/4\ a^2 - b}$ et que ce dernier résultat est à prouver ; et

$$\square\ x^2 + ax + b = 0$$

⌐▭ $x = \ldots$ signifie *soit* $x^2 + ax + b = 0$, trouver la valeur de x. Cette expression générale $x = \ldots$ signifie x égale à une quantité quelconque (voyez ci-dessous). La langue exprime donc : trouver x égale à une quantité quelconque, trouver la valeur de x.

(4) Mais la proposition donnée et le résultat définitif ne peuvent pas toujours être * à * comparer immédiatement, et il doit se trouver dans l'intervalle, et des résultats intermédiaires, et des propositions qu'on regarde comme données, soit lorsqu'on emploie dans une recherche une proposition déjà connue, soit lorsqu'on est obligé de faire des opérations qui obligent de faire des hypothèses nouvelles ; il faut donc un signe pour ces propositions données, pour ces résultats intermédiaires. On conservera ceux qui sont déjà établis pour les données premières et les résultats finaux et l'on emploiera les mêmes signes ainsi modifiés pour les données et lès résultats intermédiaires :

▭ ▭ ▭ ▭

Par exemple :

$$\square\ x^2 + ax + b = 0$$
$$\ulcorner\square\ x = -1/2\ a \pm \sqrt{1/4\ a^2 - b}$$
$$\square\ x^2 + ax + b = 0 \qquad \square\ x^2 + ax = -b$$
$$\square\ x^2 + ax + 1/4.a^2 = 1/4.a^2 - b$$
$$\square\ x^2 + ax + 1/4.a^2 = (x + 1/2.a)^2$$
$$\square\ x + 1/2.a = \pm \sqrt{1/4\ a^2 - b}$$
$$\square\ x = -1/2a \pm \sqrt{1/4\ a^2 - b}$$

signifie :

Soit donc $x^2 + ax + b = 0$.

J'ai $x^2 + ax = -b$ (résultat immédiat et intermédiaire)

$x^2 + ax + 1/4.a^2 = 1/4.a^2 - b$ (id.) ; mais

$x^2 + ax + 1/4.a^2 = (x + 1/2.a)^2$ (proposition donnée et supposée connue). Donc $x = -1/2\ a \pm \sqrt{1/4\ a^2 - b}$ (Résultat définitif).

On aurait pu, au lieu de la démonstration précédente, employer celle-ci :

$$\begin{aligned} &\square\ x^2 + ax + b = 0 \\ &\equiv\ x \qquad\qquad = Z - 1/2.a \quad \sqsubset\ Z^2 - 1/4.a^2 + b = 0 \\ &\sqsubset\ Z^2 \qquad = 1/4.a^2 - b \quad \sqsubset\ Z = \pm\sqrt{1/4\,a^2 - b} \\ &\sqsubset\ x \qquad\qquad = -1/2\,a \pm \sqrt{1/4\,a^2 - b} \end{aligned}$$

ici le signe $\equiv$ placé avant l'équation $x = Z - 1/2.a$, au lieu de désigner que cette opération exprime l'identité reconnue des deux formules comme dans l'exemple précédent, annonce qu'elle exprime l'identité hypothétique de x et de $Z - 1/2.a$, mais je n'ai pas cru que cette différence fût motif de * suffisance * pour multiplier les signes. L'objet de la langue universelle n'est pas d'exprimer toutes les nuances possibles, mais seulement celles qu'il est nécessaire de distinguer. On doit y éviter les complications comme y chercher l'exactitude. Or, ce que le signe $\equiv$ exprime ici, c'est que l'équation suivante est regardée comme donnée ; ce qu'il n'exprime pas, c'est le motif qui la fait regarder comme telle et la distinction de ce motif est inutile pour ceux qui connaissent la marche de la science.

(5) De même je n'ai pas cru qu'il soit utile d'affecter des signes particuliers pour désigner soit que l'on considère telles ou telles quantités sans établir encore d'équations entre elles, soit que l'on fait telle ou telle opération. On verra dans la suite, qu'à l'aide des signes destinés à désigner les objets et de ceux qui indiquent les opérations propres à la science, on peut, avec les signes généraux établis ci-dessus, exprimer et que l'on considère telle ou telle quantité sous tel point de vue, ou que l'on fait telle opération || (III). Ces signes peuvent suffire pour toutes les opérations générales. Mais la langue usitée n'est entièrement complète ni pour exprimer les objets mêmes que la science considère, ni pour en désigner toutes les opérations.

(II)

(6) D'abord, il n'en existe point pour désigner la nature des quantités en général ; si elles sont réelles, imaginaires, imaginaires simples ou avec un terme réel, positives ou négatives, rationnelles ou irrationnelles, entières ou fractionnaires, ou indéterminées, l'une ou l'autre. Cela posé, il paraît qu'on doit établir d'abord que la lettre simple désigne toujours une quantité en général, que F exprime une fonction de quantités en général de manière que $F_{(x,\,y,\,z)}$ désigne une quantité composée d'une manière quelconque des quantités x, y, z, une quantité dépendante de celles-ci d'une manière quelconque ; que a étant une quantité, a, a', a'', a''' ainsi de suite désigneront des quantités différentes, mais de la même nature et de la (même) classe. Ensuite, pour exprimer que la quantité est assujettie à

une condition, on écrira une équation avec cette lettre et le signe général de cette condition. Pour former des signes, je préfère employer des lettres capitales barrées d'une manière uniforme et de prendre les lettres initiales des mots latins qui expriment ces conditions, la langue latine pouvant être regardée comme générale en Europe.

(7) Soit donc a une quantité en général. Si je veux exprimer qu'elle soit réelle, j'écrirai : $a = \mathbf{R}$, et me servant ensuite de la * particule * latine *In* ou *Im*, qui, placée devant le nom d'une qualité, en exprime la négation, $\sim \mathbf{R}$ (1) désignera une quantité imaginaire. Ainsi :

$$\begin{array}{l} \square\ c = \sim \mathbf{R}, \quad a = \mathbf{R}, \quad b = \mathbf{R}' \\ \square\!\!\lceil\ c = a + b\sqrt{-1} \end{array}$$

signifie que, c étant une quantité imaginaire quelconque, on aura toujours $c = a + b\sqrt{-1}$, a et b étant des quantités réelles.

$a = \mathbf{P}$ exprimera que a est une quantité positive, à moins qu'on ne préfère l'expression $a < 0$, et alors $a = -\mathbf{P}$ ou $a > 0$ exprimera que a est une quantité négative.

$a = \mathbf{C}$ exprimera que a est une quantité commensurable ou rationnelle.

$a = \sim \mathbf{C}$ que la quantité en renferme d'irrationnelles, $a = \mathbf{I}$ signifie que a ne renferme pas de fractions, $a = \dfrac{\mathbf{I}}{\mathbf{I}'}$ que a doit en renfermer.

$a = \mathbf{A}$ que a est algébrique, $a = \sim \mathbf{A}$ que a n'est pas algébrique et contient des transcendantes. La lettre **N** placée devant une des précédentes désignerait que a doit être un nombre, ainsi $a = \mathbf{NI}$ signifierait que a est un nombre entier. En réunissant donc trois de ces lettres, on exprimerait que la quantité doit réunir ces conditions.

Ainsi $a = \mathbf{ACI}$ signifie que a est une quantité algébrique, rationnelle, entière. Lorsque l'on a par exemple $\mathrm{F}x$, ce qui signifie fonction de x, et qu'on écrira $\mathrm{F}x = \mathbf{A}$, il sera convenu, comme il est d'usage dans la langue algébrique usitée, que c'est uniquement par rapport à x que la fonction est algébrique. Si on a une fonction de x et de y et qu'elle soit algébrique seulement par rapport à x on pourra l'exprimer ainsi : $\mathrm{F}_{(x,\,y)} = \mathbf{A}_{(x)}$.

Il est également nécessaire d'avoir un signe pour exprimer une quantité plus petite ou plus grande qu'une quantité donnée. On peut conserver ∞ pour la dernière et employer $\dfrac{1}{\infty}$ pour la première.

Il en faut un pour exprimer qu'une quantité est regardée comme constante ou comme susceptible de changement dans l'hypothèse que l'on considérera. Le signe **V** peut exprimer la quantité variable et $\sim \mathbf{V}$ la quantité constante.

(8) Enfin il faut un signe pour exprimer qu'une condition quelconque exigée, une solution cherchée, une équation supposée est impossible ;

(1) Voir la remarque sur les signes utilisés par Condorcet, p. 203.

et pour cela l'on peut employer avec le signe d'égalité celui de la négation : $\neq$ (1). Ainsi :

$$\square\ a^2 = 2 \qquad \sqsupset\ a = [\mathbf{NR}]\ (\mathbf{NC})$$
$$\sqsubset\ a \neq [\mathbf{NR}]\ (\mathbf{NC})$$

signifie : si on a $a^2 = 2$ et qu'on cherche une valeur rationnelle de a, on trouvera que a ne peut être un nombre rationnel.

(9) || (IV) On distingue en algèbre des fonctions dont le nombre des termes est fini, et exprimé par un nombre entier déterminé, d'autres dont le nombre des termes est fini, mais exprimé par un entier indéterminé, d'autres où le nombre des termes est indéterminé, d'autres enfin où il est ce qu'on appelle infini.

Il est inutile de rien ajouter à la langue actuelle relativement aux premières.

Quant aux secondes et aux troisièmes, il faut établir pour chaque genre de formules un moyen d'indiquer le nombre des termes. On sait aussi qu'on regarde comme formées d'un nombre fini celles dans lesquelles on marque un dernier terme en supprimant les intermédiaires. Par exemple :

$$n.n - 1.n - 2 \ldots . 1$$

et :

$$\overset{n}{\overline{n.n-1.n-2}} \qquad n = \mathbf{NI}$$

exprimeront également que ce produit a n termes, n étant un nombre entier. Cependant, en prenant une manière commode de placer cette lettre, qui désigne ou le nombre de termes d'une formule, ou le nombre de fois qu'une opération est répétée, en sorte qu'il n'y ait pas de confusion avec un autre signe. On y parviendra en faisant un usage bien entendu des signes supérieurs, des parenthèses, des points intermédiaires ou placés indéfiniment.

Pour ces formules, où le nombre des termes peut être plus grand qu'une quantité donnée, on peut laisser la formule sans dernier terme et la terminer par des points sans indiquer le nombre des termes. Mais il vaut mieux réserver cette forme pour le cas d'une indétermination absolue. Et pour indiquer que le nombre des termes est plus grand que toute quantité donnée, on placera ∞ dans la position où l'on placerait la quantité qui doit exprimer ce nombre. Par exemple :

$$\overset{m}{\overline{n.n-1.n-2\ldots}}$$

(1) Voir la remarque sur les signes de Condorcet.

exprimerait que, dans cette fonction de produits successifs, ils sont au nombre de m.

$$\frac{\infty}{n.n-1.n-2...}$$

signifiera que leur nombre est plus grand qu'aucune quantité donnée. Il sera utile d'établir ensuite un signe pour exprimer qu'une fonction a un nombre fini ou infini, entier, déterminé et connu, entier, et indéterminé, ou généralement indéterminé, de termes différents. Si donc $F_{(x)}$ désigne une fonction de x, on pourra écrire ainsi : $F_{(x)} = \overset{n}{F}$, pour dire : une fonction où le nombre des termes des opérations propres et qui reste indéterminé est n. Le signe est surtout nécessaire dans le cas où le signe ordinaire serait équivoque ou compliquerait trop la formule.

(10) On emploie des lettres pour les signes de différenciation et pour ceux des fonctions des logarithmes et des exponentielles, comme pour exprimer des quantités en général. Il serait donc nécessaire d'exclure pour tout autre objet les lettres employées pour ces signes — ainsi l'on réserverait par exemple les ∂ pour les différentielles infiniment petites, les Δ, δ pour les différences finies, les φ pour les fonctions — (et) de réserver l pour les logarithmes hyperboliques, e pour le nombre qui est la base de ces logarithmes, L pour les logarithmes ordinaires.

(11) Jusqu'ici nous avons regardé tous les rapports comme rigoureux, toutes les opérations comme désignant une identité de valeur, une égalité absolue ; mais souvent on se borne à connaître des valeurs approchées, parce qu'elles peuvent être employées dans les applications avec une utilité presque égale. Il suffira, pour exprimer alors qu'une valeur n'est qu'approchée, que telle autre peut être négligée, de modifier le signe d'égalité en écrivant par exemple $\equiv$ au lieu de $=$. Ainsi :

$$\square\ x^4 + x^3 = 137$$
$$\square\ x \equiv \ldots$$

signifie : soit $x^4 + x^3 = 137$, trouver une valeur approchée de x. Supposant qu'on sache que Z est cette valeur approchée, Z $+ z$ étant la vraie valeur, et que je veuille exprimer que z est très petit par rapport à Z, j'écrirai : $\frac{z}{Z} \equiv \frac{1}{\infty}$.

Les signes $>$, $<$, serviront dans les méthodes d'approximation pour le cas où l'on connaît, où l'on veut désigner des limites.

(12) L'emploi des parenthèses, des lignes supérieures, des points intermédiaires resterait le même, mais on serait obligé de s'astreindre à plus de régularité, parce qu'on n'aura plus le moyen de faire disparaître des équivoques par des interprétations verbales.

Il en serait de même pour l'emploi des lettres semblables distinguées par des esprits, et qui seraient consacrées à désigner des quantités de même

genre, ou de l'usage de se servir des mêmes lettres pour désigner les mêmes choses dans tout le cours d'un ouvrage.

(13) J'ai déjà employé le signe $x = \ldots$ pour désigner la *valeur de* x sans rien indiquer sur sa nature ni sur les quantités dont elle dépend ; par la même raison, lorsque l'on aura besoin de considérer des quantités sans chercher encore à en déterminer la valeur, on pourra employer la même expression. Ainsi $\square\ x = \ldots\ y\ (=)\ \ldots$ signifiera : soient les quantités x, y.

(14) L'on peut désigner les alternatives de cette manière :

$$\begin{cases} x = a \\ x = b \\ x = c \end{cases}$$

pour dire : x égal à a, ou à b, ou à c. La même forme s'applique aux désignations des formes de quantité. Les équations (à) écrire à la suite les unes des autres (expriment des hypothèses cumulées). Ainsi par exemple :

$$x = a, \quad y = b, \quad z = c$$

signifie que x est égal à a, qu'en même temps y est égal à b et z à c. Et :

$$\begin{cases} x = a \\ y = b \\ z = c \end{cases}$$

signifie que x est égal à a, ou bien que y est égal à b ou enfin que z est égal à c, et qu'on considère à la fois les 3 hypothèses.

Les alternatives sont quelquefois conditionnelles. Alors on placera la condition vis-à-vis de l'alternative correspondante. Ainsi :

$$\begin{cases} +a, & n = 2\ m \\ -a, & n = 2\ m + 1. \end{cases}$$

signifie que le signe positif a lieu si n est pair et le négatif si n est impair.

Les mêmes termes serviront à exprimer les conditions alternatives ou cumulées d'exclusion, l'impossibilité :

$$\begin{cases} n \neq 2\ m + 1 \\ n \neq 7\ m \end{cases} \qquad m = \mathbf{NI}$$

exclut tous les nombres impairs et tous les multiples de 7.

$$n \neq 2\ m + 1, \quad n \neq 7\ m$$

exclut seulement les multiples impairs de 7 (1).

(1) Condorcet se trompe. Il faut manifestement intervertir les interprétations. En langage moderne, on a bien :

$$\sim A \vee \sim B \rightleftarrows \sim(A \,.\, B)$$

C'est l'*alternative* qui exclut les multiples impairs de 7.

Par contre :

$$\sim A \,.\, \sim B$$

signifie, dans le même symbolisme, que l'on exclut à la fois les impairs et les multiples de 7.

(15) Quant aux opérations propres à la science algébrique, on doit les considérer sous deux points de vue : ou comme ayant déjà un signe qui les représente, soit comme exécutées, soit comme indiquées, ou comme n'en ayant pas encore.

Supposons d'abord qu'ayant un signe qui désigne l'opération indiquée, on veuille en déduire celui de l'opération exécutée. On écrira par exemple :

$$\square \quad a \times b = ab$$
$$\square \quad a \times a = a^2$$

|| (V) ce qui signifie : je suppose que $a \times b$ et ab expriment une même chose, $a \times a$ et a^2 expriment une même chose.

Si on n'a point encore de signe pour indiquer l'opération, on l'introduira en le rendant intelligible à l'aide des signes déjà connus. Par exemple :

$$\square \quad z^2 = a \qquad \square\!\!\sqrt{\ } \quad z = \sqrt[2]{a}$$

signifie : si a est supposé égal au carré de z, z est la racine carrée de a s'exprime par le signe $\sqrt{a}$.

Supposons maintenant ces signes établis. Il est évident qu'il n'y a point d'opération compliquée qu'on ne puisse exposer et suivre en employant ces signes, pourvu qu'on introduise de nouvelles quantités autant qu'il est nécessaire pour faire entendre les opérations intermédiaires. En effet, ces expressions : j'élève telle quantité à une telle puissance, je prends le logarithme de telle quantité, je substitue telle quantité à telle autre, se réduisent à l'une ou l'autre de ces deux choses : ou je suppose une quantité quelconque égale au carré, au logarithme de..., je suppose telle quantité égale à telle fonction d'une autre pour employer cette nouvelle quantité, cette nouvelle fonction dans le calcul ; ou bien, le carré, le logarithme, telle fonction de telle quantité en général, sont, d'après les hypothèses déjà faites, donnés par telle équation. Or, ces deux phrases s'expriment facilement par les signes déja établis.

(16) Soit, par exemple, $a^2 - b^2$ que je veuille diviser par $a - b$; en suivant les opérations de la division algébrique ordinaire, j'aurai :

$$\square z = \frac{a^2 - b^2}{a - b} \qquad \square\!\!\sqrt{\ } \quad z = \ldots$$

ou bien : $\square\!\!\sqrt{\ } \quad z = \mathrm{I}$, ou bien :

$$\begin{cases} \square\!\!\sqrt{\ } \quad z = \mathrm{I} \\ \square\!\!\sqrt{\ } \quad z \neq \mathrm{I} \end{cases}$$

ou enfin :

$$\begin{cases} \square\!\!\sqrt{\ } \quad z = \mathrm{I} \\ \square\!\!\sqrt{\ } \quad z = \mathrm{I} + \dfrac{\mathrm{I}''}{\mathrm{I}} \end{cases}$$

Ces différentes expressions signifient, l'une : trouver (z) sans indiquer quelle forme de valeur on entend, la deuxième qu'on cherche une valeur

entière de z, la troisième, qu'on cherche cette valeur entière, ou bien * la preuve * qu'elle n'existe pas, la quatrième qu'on cherche une valeur de z ou entière, ou partie entière, partie fractionnaire.

J'écrirai ensuite :

$$\square\ z = \frac{a^2 - b^2}{a - b} \qquad \boxminus\ \frac{a^2 - b^2}{a} = a - \frac{b^2}{a}$$

$$\boxminus\ z = a + u \qquad \boxed{\ }\ \overline{a + u}.a - b = a^2 - b^2$$

$$\boxed{\ }\ u = \frac{ab - b^2}{a - b}$$

$$\boxminus\ \frac{ab - b^2}{a} = b - \frac{b^2}{a}$$

$$\boxminus\ u = b + t$$

$$\boxed{\ }\ \overline{b + t}.\overline{a - b} = ab - b^2$$

$$\boxed{\ }\ t.\overline{a - b} = 0 \qquad \boxed{\ }\ t = 0 \qquad \boxed{\ }\ u = b$$

$$\boxed{\ }\ z = a + u = a + b$$

La formule $\boxminus\ \frac{a^2 - b^2}{a} = a - \frac{b^2}{a}$ signifie : je divise $a^2 - b^2$ par le premier terme a et j'ai : $a - \frac{b^2}{a}$.

$\boxminus\ z = a + u$ signifie : je fais le quotient cherché égal à a plus une quantité u, qui reste à déterminer.

(17) On peut, dans un grand nombre de questions, avoir besoin de désigner si une solution est complète ou si elle ne l'est pas ; par exemple, dans un problème indéterminé, si une suite de nombres renferme tous ceux qui satisfont aux conditions, on pourrait exprimer cette observation à l'aide du signe d'impossibilité.

En effet, si après avoir écrit :

$$\square\ z^2 = x^2 + y^2 \qquad z = \mathbf{NC}$$
$$x = \mathbf{NC} \qquad y = [\mathbf{NIC}]\ (\mathbf{NC})$$
$$\sqsubset\ x = \ldots \qquad y = \ldots$$

on parvient au résultat connu, on peut écrire :

$$\sqsubset\ x = \mathbf{NC}$$
$$y = \frac{x^2 - u^2}{2u} \qquad u = \mathbf{NC}$$
$$y \neq \ldots$$

Ce qui signifie : que y ne peut être supposé autre chose que ce qui est donné par le premier résultat. Mais cette méthode peut être incommode, et il vaut mieux alors modifier le signe du résultat, et par exemple écrire :

$a\ \square$ pour une solution complète

$p\ \square$ pour une solution partielle

(III)

(18) Maintenant, examinons comment la langue ainsi établie peut s'employer : 1° A désigner des objets ou opérations qui n'y sont pas encore connus ; 2° Au perfectionnement de la langue même.

Nous observerons d'abord que si, dans une circonstance rare, il était impossible de faire entendre une théorie absolument nouvelle, de désigner un objet qui n'a pas encore été considéré, de développer une opération dont on ne s'est encore formé aucune idée, sans avoir recours à des explications verbales, la langue n'en mériterait pas moins le nom (d') universelle, n'en serait pas moins utile. Il arriverait alors, mais dans un sens contraire, ce qui arrive dans la langue parlée, où quelquefois on est obligé de montrer l'objet même ou sa représentation, faute d'avoir les expressions pour le décrire. On aurait besoin d'une langue pour suppléer l'autre. On peut croire que ce défaut ne se rencontrera que très rarement dans la langue de l'algèbre universelle :

1° Parce que l'on passe toujours du connu à l'inconnu par des opérations propres à la science et par des opérations générales de l'intelligence, pour lesquelles il existe des signes ;

2° Parce que les objets nouveaux sont, ou une généralisation de ceux que l'on considérait déjà, ou une restriction faite à la généralité de ceux-ci. Or, on trouvera dans la langue universelle, même telle que je viens de l'exposer, des moyens d'exprimer ces deux opérations générales.

(19) Supposons que l'on n'ait jamais pensé, ni à exprimer des fonctions, ni à considérer les nombres comme premiers. Alors, pour désigner ces deux nouveaux objets, on s'y prendrait de la manière suivante : || (VI). Dans le premier cas, l'on doit indiquer que tel signe qu'on emploie désigne une quantité dépendante de x, formée de x d'une manière quelconque ; pour cela, on prendra au hasard plusieurs quantités formées de x, données par diverses opérations entre x et elles, et on exprimerait ces quantités par :

$$\mathrm{X},\ \mathrm{X}',\ \mathrm{X}'',\ \mathrm{X}''',\ \ldots$$

En ayant bien soin de choisir les formes de manière qu'elles ne donnent pas l'idée qu'on n'a pas voulu comprendre seulement quelques formes particulières, et indiquant que le nombre en peut être indéfini.

Ensuite on écrirait :

$$\left\{\begin{array}{l} \mathrm{F}_x = \mathrm{X} \\ \mathrm{F}_x = \mathrm{X}' \\ \mathrm{F}_x = \mathrm{X}'' \\ \mathrm{F}_x = \mathrm{X}''' \\ \mathrm{F}_x = \mathrm{X}^{\mathrm{VI}} \\ \ldots\ldots \\ \ldots\ldots \end{array}\right.$$

Ce qui signifie : ce nouvel objet que j'appelle F_x, est indifféremment égal à X ou à X′ ou à X″ ou à X‴ ou à X^{IV}, et ainsi de suite indéfiniment ; c'est-à-dire à une quantité formée de x, dépendante de x d'une manière quelconque.

(20) De même pour exprimer que a est un nombre premier, on écrira :

$$\square \quad a = \mathbf{NI}$$

$$\square \quad a/2 = \mathbf{N}\frac{\mathbf{I}}{\mathbf{I}'}$$

$$\square \quad a/3 = \mathbf{N}\frac{\mathbf{I}}{\mathbf{I}'}$$

$$\square \quad a/5 = \mathbf{N}\frac{\mathbf{I}}{\mathbf{I}'}$$

$$\square \quad a = \mathbf{N}\Pi$$

Ce qui signifie : a est un nombre entier, qu'en le supposant divisé par 2, 3, 5, 7, ..., et ainsi de suite indéfiniment, le quotient est fractionnaire, et que je désigne cette condition par le signe **NΠ**, ce qui signifie que **NΠ** désigne qu'un nombre est premier.

Nous n'avons pas de signe pour exprimer un minimum ou un maximum, et je vais le chercher en employant la langue que je viens d'exposer :

$$\square \quad y = F_{(x)}$$

$$\square \quad x = a',\ y' = F_{(a')}\ ;\ x = a'',\ y'' = F_{(a'')}\ ;\ x = a'''^n,\ y'''^n\ F_{(a'''^n)}$$

$$\square \quad \begin{cases} y'''^n > y',\ y'''^n > y'',\ y'''^n > y''' \ \ldots \\ y'''^n < y',\ y'''^n < y'',\ y'''^n < y''' \ \ldots \end{cases}$$

$$\square \quad \begin{cases} y'''^n = \mathbf{MA} \\ y'''^n = \mathbf{MI} \end{cases}$$

$$\square \quad a'''^n = \ldots$$

(21) Quant au perfectionnement de la langue, on en trouvera le moyen sans employer la langue parlée, en écrivant à côté l'une de l'autre la même proposition dans la langue universelle déjà établie et dans la langue perfectionnée ; par exemple si je regarde comme un perfectionnement d'avoir un signe pour dire *je substitue*, *je * fais **, je *suppose*, afin de distinguer les positions données par des propositions antécédentes ou par des théories connues, des suppositions que l'on formera arbitrairement pour faciliter des opérations, j'écris d'abord :

$$\square \quad F_x = \ldots \qquad \square \quad x = z\ (+)\ a$$

$$\square \quad F_{z+a} = \ldots$$

et à côté :

$$\square \quad F_x = \ldots \qquad \square \quad x = z + a$$

$$\square \quad F_{z+a} = \ldots$$

On voit alors quelle est la signification du nouveau signe, et on peut l'employer dans la suite sans équivoque.

Une désignation semblable indiquerait un résultat conventionnel, comme celui que l'on a par l'introduction d'un signe.

(22) Il faut enfin des signes méthodiques pour distinguer les diverses parties d'un ouvrage. Mais : 1° Les titres généraux pourraient, le plus souvent, être exprimés dans cette langue universelle, et il suffirait de les faire d'un caractère différent ; 2° Avec les 6 signes généraux ci-dessus, on peut désigner les hypothèses, les théorèmes, les problèmes, les corollaires ; il suffirait de les faire d'une grandeur différente pour éviter la confusion. Ainsi exprimerait une chose à prouver, ou un théorème ; une chose à trouver, ou un problème ; une démonstration, ou une solution, un seul signe suffit pour les deux ; et un lemme particulier ou intermédiaire ; un corollaire ; une hypothèse.

Les équations, les formules, les phrases de la nouvelle langue seraient séparées par les signes de ponctuation ordinaires.

On voit, d'après ces réflexions, combien le petit nombre de signes que je viens de proposer suffirait pour établir une langue algébrique universelle ; et comment cette langue, étant une fois établie, (on) pourrait ensuite et l'étendre en même temps que la science, et la perfectionner, y ajouter de nouveaux signes si elle paraissait incomplète, et les expliquer à l'aide de cette langue même. Si dans le cours d'un ouvrage il fallait nécessairement employer quelques pages en langage alphabétique, on voit combien la traduction en serait facile.

. . . . . .

(Du Folio VI au Folio X, Condorcet expose l'application des principes déjà établis à l'institution d'une langue géométrique et mécanique.

Il discute incidemment — Folio XI — des avantages des signes immédiatement figuratifs, ou hiéroglyphiques, et des signes alphabétiques qu'il a adoptés.

Puis il développe, aux Folios XII, XIII, XIV, une sorte de Mythe platonicien concernant la subversion totale des civilisations et la disparition de nos langues mêmes) :

« N'est-il pas possible qu'un bouleversement du globe, sans anéantir l'espèce humaine, sans engloutir avec elle dans des abîmes éternels les monuments qu'elle a élevés, fasse disparaître cependant, et les sciences, et les arts, et leurs dépôts fragiles, et jusqu'aux langues aujourd'hui connues ?... »

La confection d'une Encyclopédie rédigée dans la Langue universelle, périodiquement mise à jour, et déposée en lieu sûr, lui paraît être un moyen de garantir aux hommes la pérennité de leur patrimoine scientifique.

Le Folio XV est consacré à quelques brèves remarques sur le vocabulaire à donner à l'Astronomie (1).

(1) Quatorze lignes de la copie manquent dans l'autographe.

(V)

(Condorcet passe ensuite au vocabulaire des Sciences de la nature, et commence par une application de sa méthode de classification décimale, qu'on trouvera exposée, parmi ses ouvrages édités, dans le texte posthume intitulé Élémens de calcul des probabilités *(art. 2, Paris, 1805).*

Nous transcrivons ici la partie du manuscrit qui concerne les « opérations générales de l'esprit » particulières aux sciences de la nature.)

. . . . . .

(23) Il me reste à parler des opérations générales de l'esprit que ces sciences exigent, et des opérations propres à chacune d'elles et pour lesquelles il faut aussi instituer un certain nombre de signes.

Ces opérations générales sont les mêmes essentiellement que dans les sciences mathématiques. || (XVIII) Mais, s'il en résulte qu'à cet égard la même langue peut suffire, la clarté, la précision n'en exigent pas moins d'avoir égard à des différences assez importantes. Les opérations des sciences mathématiques sont purement intellectuelles ; celles des sciences physiques sont intellectuelles et réelles.

(24) Ainsi : 1° Les suppositions dans les sciences mathématiques sont intellectuelles, ou abstraites. Un terrain que je mesure est une surface, le diamètre d'un astre est une ligne, la hauteur apparente est un angle dans l'espace, que l'on mesure par celui du quart de cercle.

Dans les sciences physiques, au contraire, les suppositions sont le plus souvent réelles : je suppose que j'aie une telle pierre, une telle eau à examiner ; je suppose que j'aie préparé telle machine pour faire telle expérience.

Il faut donc pouvoir distinguer les hypothèses intellectuelles des hypothèses de fait, et même celles-ci des hypothèses d'opérations. Ainsi, conservant ▭ pour les hypothèses intellectuelles, on peut prendre ▭▭ pour les hypothèses de fait, et ▭▭ pour les hypothèses d'opérations. Ainsi ▭▭ exprimerait une hypothèse, une position intermédiaire et de fait.

(25) 2° Il en est de même des résultats à chercher et des résultats trouvés. Et prouver que la craie (est) la combinaison de la chaux et de (l')oxyde aériforme n'est pas la même chose que faire de la craie en combinant cette [craie] (chaux) et cet acide. Conclure que la craie est le résultat de cette combinaison d'après des expériences qui le prouvent, ou parce que l'on a fait cette combinaison, n'est pas la même conclusion. Dans le premier cas, le résultat est la conséquence d'un raisonnement, dans le deuxième, il est celle d'une opération. La distinction établie entre le raisonnement et le fait observé, le fait produit, peut même n'être pas suffisante. On peut trouver quelque utilité à distinguer les produits, les résultats qu'on n'a fait que préparer en se servant des moyens employés par la nature même, en reproduisant les circonstances nécessaires au

succès de l'opération, ou ceux qu'on a produits par des moyens propres à l'art ; par exemple entre faire une liqueur spiritueuse, par la fermentation de l'acide nitreux, en exposant certaines substances à l'air, ou faire une liqueur spiritueuse, un acide nitreux, en combinant entre eux leurs éléments par un procédé chimique.

(26) 3° Le signe d'égalité dans les sciences intellectuelles n'a proprement qu'un sens. Il exprime une identité, non absolue, mais relative. La nature des propositions détermine souvent celle de cette identité d'une manière suffisante. J'ai cependant cru devoir distinguer celle des quantités, celles des formes, celle des positions.

|| (XIX) Désignation des objets. Quelques désignations générales (1)

Il n'en est pas de même des sciences physiques : 1° Le signe d'identité y marque nécessairement de plus ou la réalité de l'objet, ou celle de l'identité même. Mais on en est averti par la nature même des objets de cette science. Ainsi cette première différence n'exige pas un nouveau signe.

2° L'identité de grandeur, de position, de forme n'est pas le seul rapport que l'on considère entre les objets. Ce peut être la relation de coexistence, celle de lieu, celle de genre à l'espèce, de l'espèce à l'individu, celle de la partie constituante, intégrante, élémentaire, homéomérique (2) au tout. Enfin, celle de la cause à l'effet.

(27) On peut, pour le rapport de coexistence, se servir du signe $=_t$ identité de temps, et convenir en même temps que $>_t$, $<_t$ signifient l'un l'antériorité, l'autre la postériorité.

Le signe d'identité de position peut être employé pour exprimer celle de lieu.

(28) Quant à la relation du genre à l'espèce, par exemple, ou de classification en général, on prendra le signe $\subset$, l'ouverture du $\subset$ étant tournée vers le côté du terme le plus général, et $\subset\supset$ pour exprimer que deux objets appartiennent à une même classification. Ces signes suffiront, si l'on a employé la méthode de désigner les objets que j'ai proposée (3). En effet, si par exemple 145 702 342 exprime une plante, même en ayant égard aux variétés des espèces, 1 457 023 exprimera l'espèce, en supposant qu'il n'y ait que deux caractères pour les variétés ; 14 570 exprimera les genres auxquels les espèces appartiennent si l'on emploie deux caractères pour

(1) Annotation marginale sans renvoi.

(2) Ces termes sont expliqués dans les pages précédentes non publiées : p. *constituantes* : qui appartiennent à la forme du corps, à son organisation, à ses fonctions s'il en exerce ; p. *intégrantes* : qui appartiennent à sa substance même, ou à celle de ses parties constituantes ; p. *élémentaires* : les éléments de ces substances intégrantes, qu'on ne peut en séparer sans que cette substance change de nature ; p. *homéomériques* (cf. plus loin, Folio 19) : portions quelconques d'un tout homogène.

(3) La classification décimale (voir ci-dessus, p. 216).

classer les espèces ; et si l'on a pris aussi deux caractères pour classer les genres, 145 exprimera la classe.

On voit donc que l'inspection même des termes suffira pour distinguer le genre du rapport de classification à laquelle se rapporte le signe d'identité.

On entend ici par parties homéomériques la portion quelconque d'un tout homogène. Mais comme la différence de ces divers rapports du tout à la partie dépend de celle des objets, on n'a besoin que de deux signes ε et ɜ pour les parties élémentaires, le côté antérieur du ε étant tourné vers l'objet qui est élément, et **TP** ou **PT** pour les autres, le T se trouvant du côté de l'objet qui est le tout.

(29) Pour le rapport de l'effet à la cause, on combinera le signe du résultat trouvé avec celui de l'identité. Ainsi A ⌐⌐ = B signifierait : A est la cause de B, et A = ⌐⌐ B, A est l'effet de B. Je ne parle point de l'égalité de poids, parce que l'on a, dans la langue de la Mécanique, un moyen de l'exprimer et d'expliquer le nouveau signe qu'on aurait encore à établir ; on pourrait employer le $= g$.

(30) Cette nomenclature suffit pour faire voir combien il serait facile d'en former une plus étendue, si l'on s'apercevait qu'on en eût besoin pour exprimer les opérations générales des sciences physiques.

(31) || (XIX *bis*). Il n'est pas nécessaire dans ces sciences, non plus que dans les mathématiques, de distinguer les cas où, quant au rapport dont on prononce l'identité, les deux combinaisons, les deux objets ont la même étendue, ou en ont une différente. En effet, il est souvent inutile d'en faire l'observation, et lorsqu'il ne l'est pas, on a besoin de prouver par une nouvelle démonstration quelle est la classe à laquelle une proposition appartient.

(32) Nous avons établi dans la langue de l'algèbre un signe d'impossibilité. On a besoin, dans les sciences physiques, d'un signe d'incertitude. On doit en affecter le signe de position, puisque ici celui d'égalité s'applique également à une identité cherchée et à une identité prouvée. Le signe serait ∼ ▭ ; on l'appliquerait aussi aux résultats, pour plus de clarté, et aussi pour n'être pas obligé d'écrire une position incertaine à laquelle il est trop facile de suppléer.

On en a besoin aussi pour la nature des vérités qu'on établit :

1° Pour distinguer ce que l'auteur a vu ou connu par l'expérience ou l'observation ;

2° Ce qu'il a connu par des témoignages ;

3° Ce qu'il affirme par conjecture, par analogie.

Ces signes doivent s'appliquer encore à celui de la position ou du résultat. Mais il serait utile encore d'avoir deux signes pour chacune de ces classes ; l'un pour une observation, une expérience * répétée *, vérifiée ; l'autre pour une observation, une expérience, moins assurée ; l'un pour des

témoignages multipliés ou imposants, l'autre pour des témoignages moins nombreux et plus faibles ; l'un pour une conjecture, une analogie, * fortes *, prochaines, équivalentes presque à des preuves ; l'autre pour des conjectures moins fondées, des analogies plus légères. Enfin, il en faudrait un pour des propositions reçues, pour celles dont personne ne conteste la preuve, et qui ont passé dans le corps d'une science.

Ainsi, en se bornant au signe de position, *ex.* ▭ désignerait la connaissance acquise par l'observation ou l'expérience lorsqu'elle est dans son moindre degré ; *ex.*² ▭ quand elle est plus forte ; t ▭, t^2 ▭ les deux degrés de témoignages ; Γ ▭ ce qui est reconnu ; c ▭, c^2 ▭ les deux degrés de conjecture, ou de conséquences déduites par analogie.

. . . . . .

(Condorcet annonce alors qu'il va passer aux sciences « métaphysiques », à la linguistique, à la morale, à la politique. Le manuscrit se termine sur cette remarque) :

. . . . . .

(33) || (XXII) A la vérité, il existe une grande différence entre ces sciences et celles dont je viens de parler ; dans celles-ci, l'objet de la science est en général déterminé, connu, et, même dans celles qui procèdent par des opérations intellectuelles, qui, par une suite de ces opérations, se créent de nouveaux objets, ces objets sont déterminés au moment même où l'esprit les a produits.

Au contraire, dans celle dont nous allons parler, ce sont les objets eux-mêmes qu'il s'agit d'abord de faire connaître. Il est nécessaire de former, de trouver ces premières combinaisons d'idées, et de chercher à les désigner.

(Fin du manuscrit.)

Le dernier défenseur des tourbillons : Fontenelle

1686-1752, ces deux dates définissent très exactement (1) la période d'activité « publique » de Fontenelle savant — et, parallèlement, délimitent en abscisse, si l'on peut dire, la branche descendante de l'histoire du cartésianisme scientifique, la lente et progressive désaffection des esprits à l'égard d'une « Weltanschauung » qui, pour toute une génération, avait semblé définitive.

1686, c'est la grande vogue du système tourbillonnaire, tel que l'exposent les III^e^ et IV^e^ Parties des *Principes*, tel que l'ont diffusé le *Traité de physique* de Rohault (1671) et, à partir de 1680, les conférences de Régis ; le jeune Fontenelle — il a alors 28 ans, conquiert d'un coup l'estime des spécialistes en même temps que celle des salons par cette mise au point de l'état « actuel » de la science astronomique que sont les *Entretiens sur la pluralité des mondes habités* (2) ; étonnante réussite scientifico-littéraire, on le sait, qui, sous le masque d'un demi-badinage avec une marquise avide de savoir, développe cette grandiose vision cartésienne de l'Univers selon laquelle il n'est « en grand que ce qu'une montre est en petit » (premier *Soir*).

1752 : le parti newtonien conduit par Maupertuis et d'Alembert s'est, enfin, imposé en France ; depuis plusieurs années déjà les expéditions de Laponie et du Pérou ont confirmé, par cette expérience cruciale qu'était la mesure de la « figure de la Terre », la justesse des principes de Newton ; on en est au stade de la grande vulgarisation (les *Élémens* de Voltaire datent de 1738) ; et nul n'oserait, dans les cercles « éclairés » où s'élabore l'*Encyclopédie*,

(1) Si l'on fait abstraction de la *Communication sur une propriété du nombre 9* (« très petite et très légère production de ma jeunesse », en a-t-il lui-même jugé) parue en 1685, dans les *Nouvelles de la République des Lettres* publiée par Bayle.

(2) Les *Entretiens* « marquent l'apogée du cartésianisme dans la pensée française » (Mouy, *Le développement de la physique cartésienne*, p. 176).

prononcer le mot de Tourbillon. Cependant, Fontenelle, bien plus que nonagénaire, ose braver le ridicule et le péril de compromettre une réputation universelle en publiant (anonymement, il est vrai ; mais d'un anonymat aisé à percer : et les contemporains ne s'y sont pas trompés), un *Système des tourbillons* qui constitue son dernier effort, et presque héroïque, pour défendre une conception du monde à laquelle il reste presque seul à croire (1).

Entre ces deux dates, Fontenelle s'est inlassablement attaché au rôle de propagandiste du cartésianisme ; plus spécialement, tout au long de ses quarante-trois années (1697-1740) de secrétariat à l'Académie des Sciences, il a été le chef presque officiel du clan cartésien. Chef, d'ailleurs, au sens d' « animateur » plus que de « guide » : dans le domaine des sciences de la nature tout comme dans celui des mathématiques — ou de la philosophie, ou du théâtre — se révèle la caractéristique essentielle de ce brillant esprit d'être totalement dépourvu de génie créateur ; et tout comme les 548 pages de ses *Élémens de la géométrie de l'infini* (parus en 1727) ne constituent rien de plus qu'un tableau synthétique de l'acquis de son époque en la matière, ses *Éloges* académiques et ses *Préfaces* aux volumes annuels de l'Histoire de l'Académie se limitent à présenter, louer, vulgariser les mémoires de ces autres cartésiens acharnés, Mairan, Villemot, Privat de Molières..., qui, eux, se dépensaient en hypothèses neuves, en « systèmes » ingénieux, pour défendre le tourbillonnisme en danger et même contre-attaquer les thèses newtoniennes sur leur propre terrain (2).

Là d'ailleurs n'est pas la question ; ce qui doit retenir l'attention de l'historien, ce n'est pas tant l'aspect plus ou moins novateur de la pensée fontenellienne que sa constance, son acharnement et presque sa violence pendant de si longues années, pour soutenir une cause toujours plus douteuse ; caractéristiques qui constituent un véritable paradoxe lorsqu'on évoque, contradictoirement, la personnalité profonde de Fontenelle tel qu'il s'est dépeint lui-même et tel que l'ont vu ses contemporains : l'esprit souple et ouvert (« je ne suis prévenu pour aucun système et... je ne rejetterai

(1) « Toujours fidèle à Descartes, il est demeuré ferme sur les ruines du système de ce grand philosophe ; et resté presque seul au centre des tourbillons enfoncés de toutes parts, il s'est laissé entraîner avec eux » (*Éloge de* FONTENELLE à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres).

(2) Le *Système des tourbillons* de 1752 ne présente, lui-même, rien d'original ni de personnel — en dépit de son titre : il constitue simplement une synthèse (un peu confuse parfois) des commentaires « académiques » de Fontenelle.

aucune opinion pour être contraire à la mienne ») (1) ; le sceptique tantôt souriant (comme lorsqu'il se divertit à troubler l'interlocutrice des *Entretiens* en soutenant à tour de rôle les points de vue les plus opposés), tantôt métaphysicien (imaginant un « sixième sens » qui bouleverserait toute notre science), tantôt scientifique (« l'histoire de la philosophie apprend aux plus grands génies qu'ils ont eu leurs pareils et que leurs pareils se sont trompés ») (2), tantôt inquiet (« je suis effrayé de la certitude qui règne autour de moi ») (3) ; le désabusé qui sait combien peu les hommes ont vraiment besoin de vérité (« j'aurais la main pleine de vérités que je ne l'ouvrirais pas pour le peuple ») (4) ; le modéré, enfin, soucieux avant tout d'ataraxie, ennemi de la discussion, surtout agressive, convaincu d'ailleurs que tout échange de vues est par principe stérile (5).

Ce saisissant contraste est susceptible, sans doute, de bien des explications.

On pourrait tout d'abord (s'appuyant sur un fameux et peu tendre tableau de La Bruyère) (6) y voir l'effet du désir de briller en s'opposant par système aux opinions admises ; ou, de façon encore plus simpliste, le résultat d'une déficience intellectuelle, d'une inaptitude venue avec l'âge à comprendre les conceptions nouvelles (7). Mais comment expliquer alors l'extraordinaire vivacité d'esprit que jusqu'à ses derniers jours (cent témoignages en font foi) a conservée Fontenelle, les innombrables preuves en tant d'autres domaines de cette intelligence « voisine de la pureté idéale de sa substance..., admirable intelligence qui comprend vite et qui comprend tout, qu'aucune image ne déforme, qu'aucun sentiment ne séduit » (8).

Attribuera-t-on (avec Flourens) son opposition systématique à

(1) Lettre au P. Castel, 7 avril 1728.

(2) *Éloge* de Leibniz.

(3) Cité par C. d'Avallon, *Fontenelliana*.

(4) Cité par Colombey, *Histoire de la littérature française*, t. II, p. 69.

(5) Il louange Manfredi *(Éloges)* en ces termes : « Quand il avait lieu de contredire quelqu'un, il prenait le parti de se taire plutôt que de relever les erreurs sous prétexte d'instruire. Il est fort douteux qu'on instruise et sûr qu'on choquera. »

(6) Portrait de Cydias [Fontenelle], *Caractères*, chap. V.

(7) Telle serait, par exemple, la conclusion qui se dégagerait implicitement de l'étude de L. Bloch sur la *Philosophie de Newton :* la pensée du savant anglais, ouvrant l'ère du « positivisme », aurait constitué un progrès inassimilable par ses devanciers. En fait, le fondateur du « positivisme », justement, a chaudement loué « le sage Fontenelle » d'avoir critiqué « l'idée inintelligible d'attraction » (A. Comte, *Cours de philosophie positive*, 24e leçon, II, 245)...

(8) P. Hazard, *La crise de la conscience européenne*, I, 217.

une « humeur chagrine de vieillard » (1) ? Mais Fontenelle était cartésien dès 1686 ; et en 1725, à l'époque où le newtonianisme commence à triompher en France, il a *seulement* 67 ans : c'est sa pleine maturité intellectuelle — et il jouit, certes, encore de toute la souplesse mentale nécessaire pour modifier ses vues de façon révolutionnaire lorsqu'il croit devoir le faire en d'autres matières (2). Dira-t-on, avec Flourens encore, ou Laborde-Milaà (3), que le beau souvenir du succès de jeunesse, les *Entretiens*, a inspiré sa fidélité cartésienne, Fontenelle continuant à défendre les tourbillons sans plus y croire, par attachement sentimental intéressé à la thèse qui lui avait valu sa première célébrité ? Hypothèse peu vraisemblable quand on songe à tant de jugements contemporains le dotant (disait Mme de Tencin), d'une « cervelle en place de cœur » : lui-même ne confiait-il pas à Diderot avoir « depuis quatre-vingts ans relégué le sentiment dans l'églogue » (4) ? Et peut-on soupçonner d'amour-propre caché l'homme qui présentait avec humour au Régent son ouvrage le plus considérable (ses *Élémens de la géométrie de l'infini*) comme un livre que sept ou huit géomètres en Europe sont en état de comprendre ; et l'auteur n'est pas de ceux-là ?

Il serait aussi possible d'imputer l'attitude de Fontenelle à l'orgueil encore — mais d'une tout autre classe qu'une mesquine vanité d'auteur : à un orgueil de caste intellectuelle, si l'on peut dire, à la conviction de constituer (lui et quelques autres) l'élite mentale seule capable et seule digne d'atteindre la vérité parce que seule purifiée de tout préjugé affectif et passionnel. Il y a bien, en effet, un Fontenelle-Micromégas qui laisse entrevoir parfois sa conviction d'être aussi étranger à l'humanité que le naturaliste peut l'être à l'égard de la fourmilière — et chez ce Fontenelle on devine une position de « contemplateur » pessimiste, aristocratique et même raciste (5), une méfiance généralisée envers les aptitudes intellec-

(1) P. Flourens, *Fontenelle*, p. 129.

(2) Notons, par exemple, qu'anti-malebranchiste convaincu en 1686 (à l'époque de ses *Doutes sur le système des causes occasionnelles*), il s'est peu à peu rallié, vers 1740, à l'inspiration de Malebranche — et sous l'influence de constatations scientifiques (sur le problème, alors à la mode, de la génération des « monstres »).

(3) *Fontenelle*, p. 137 sqq.

(4) Cité par C. d'Avallon, *Fontenelliana*.

(5) Ce « racisme » se dessine dès les *Entretiens* (« rendez grâce, dit-il à sa compagne, d'être jeune et non pas vieille, jeune et belle et non pas jeune et laide ; jeune et belle Française et non pas jeune et belle Italienne ». Cinquième *Soir* ; « Je crois toujours de plus en plus qu'il y a un certain génie qui n'a point encore été hors de notre Europe. » Sixième *Soir*) ; et se développe tout au long de sa carrière ultérieure, à l'égard des Chinois, « Orien-

tuelles des autres humains, même « savants », qui peuvent rendre compte de sa dogmatique assurance d'être le représentant authentique de la Raison.

L'explication n'est pas sans valeur et il est fort possible que, du point de vue « psychologique », elle soit la plus satisfaisante ; mais elle ne saurait contenter totalement l'historien des sciences qui, par delà le côté anecdotique et « humain » des *Vies de savants*, par delà l'étude des théories scientifiques, de leurs sources et de leur évolution, vise toujours plus ou moins le problème de la Connaissance. Sous cet angle, l'intérêt philosophique vrai (et, du même coup, la solution réelle) du « cas » Fontenelle, de cette infatigable dévotion à la cause cartésienne, c'est sans doute de souligner une des constantes de l'esprit humain : son invincible préférence pour (selon le terme à la mode) la « compréhension » au détriment de l' « explication » ; pour la science qui fait « comprendre » par rapprochement avec l'expérience sensible immédiate, au détriment de celle qui « ex-plique », se borne à rattacher un fait à d'autres du même domaine.

Le besoin de savoir de l'homme, disait à peu près Boutroux (1), n'est satisfait que « dans la mesure où il se retrouve dans les choses » : telle pourrait être l'épigraphe de toute la carrière scientifique de Fontenelle ; et nous voudrions le montrer par une analyse comparative des textes qu'il a si tenacement opposés aux progrès du newtonianisme.

***

Cette analyse pourrait se développer selon (au moins) deux plans : il serait évidemment tentant de suivre l'ordre chronologique, des *Entretiens* de 1686 au *Système* de 1752, par l'intermédiaire des 42 *Préfaces* à l'*Histoire de l'Académie*. Cette méthode aurait sans doute l'intérêt de mettre en valeur le progressif « durcissement » de l'attitude fontenellienne, son agressivité croissante et aussi, à partir d'une certaine date, une sorte de désespoir irrité devant l'enva-

taux », « Moscovites », Turcs, « Américains », Nègres et « Lapons » (cf. *Éloges* de Pierre le Grand, de Manfredi, de Malebranche, de La Hire, de Boerhaave..., ou *Histoire de l'Académie*, 1704, 1718, 1726, 1732...). Ses collègues d'Europe, eux-mêmes, ne sont pas toujours épargnés (cf. dans les *Éloges* de Leibniz, Hartsoeker, Rolle, Poli, Liouville..., certaines pointes perfidement dissimulées sous les fleurs de circonstance).

(1) *Nouvelles études*, p. 188.

hissement irrésistible des conceptions nouvelles (1) ; mais cet avantage paraît mince au regard de l'inconvénient qui lui est inhérent : celui de dissimuler l'homogénéité des positions de Fontenelle sous l'abondance inlassablement variée des commentaires, des remarques, des attaques..., qu'il accumule au cours des années — tantôt sur le problème des comètes, tantôt sur celui de l'hydrodynamique tourbillonnaire, sur la question de l'aplatissement de la Terre ou bien sur celle de l'universalité du Plein. Et puisque, aussi bien, c'est d'une véritable « bataille » qu'il s'agit (étant donné son caractère international), il semble préférable d'envisager tour à tour les deux grands aspects de la *stratégie* fontenellienne : résistance aux critiques anti-cartésiennes, contre-attaques anti-attractionnistes.

Ce double point de vue (ou, plus exactement, son inverse) ressort d'ailleurs de lui-même de ce passage de l'*Éloge* de Newton : « Deux théories principales dominent dans les principes mathématiques [de Newton], celle des forces centrales et celle de la résistance des milieux au mouvement, toutes deux presque entièrement neuves, etc. » La théorie « de la résistance des milieux », c'est (Livre II des *Principia* newtoniens) la réfutation des thèses tourbillonnaires dont on expose l'incapacité à s'ajuster aux lois de Képler : et Fontenelle se doit de montrer l'inanité de ces attaques ; la théorie « des forces centrales », c'est (Livres I et III des *Principia*), le système de la gravitation universelle : et Fontenelle s'attachera à en souligner les failles.

Dans l'une et l'autre de ces deux parties, nous chercherons à établir la constance de l'inspiration fontenellienne, et ses fondements secrets, à l'aide d'exemples significatifs empruntés équita-

(1) En 1686, nul péril n'est encore en vue. Le jeune Fontenelle peut se permettre de souligner les obscurités du système cartésien là où il en présente (comètes, taches du Soleil...), voire d'esquisser (cf. Troisième *Soir*) une sorte de « conventionnalisme » basé sur l'hypothèse d'une pluralité des « races » célestes et, donc, de la diversité *des* intelligences. Mais trente ans plus tard les principes cartésiens ont, chez lui, pris force de lois « qu'on ne peut contester sans tomber dans d'étranges pensées » (*Éloge* de MALEBRANCHE).

En 1729 *(Histoire de l'Académie)*, FONTENELLE admet encore « les formidables objections de Newton et de sa nombreuse secte » ; en 1738, il parlera des « dérèglements d'aujourd'hui » *(ibid.)*.

Et si en 1735 on se flatte que le système cartésien « est sujet à essuyer de violentes attaques et assez accoutumé à n'y pas succomber », en 1741, Mairan (successeur et porte-parole de Fontenelle au Secrétariat) suppliera de façon assez émouvante (un peu comme Lorentz protestant quelques mois avant sa mort contre la vogue nouvelle des théories « indéterministes » en Physique) qu'on « fasse les derniers efforts » pour conserver les principes essentiels du cartésianisme.

blement aux *Préfaces*, au *Système* (qui n'en est, nous l'avons dit p. 221, n. 2, qu'une synthèse tardive) et, le cas échéant, aux *Éloges* académiques ; quant aux *Entretiens*, ils ne nous seront évidemment que de peu d'utilité : publiés un an avant les *Principia* de Newton, ils ne constituent qu'un exposé très orthodoxe du système tourbillonnaire (alors inattaquable, semblait-il) ; tout au plus peut-on souligner, et là se bornera l'usage que nous en ferons, que la tendance pluraliste (à vrai dire un peu étrangère, elle, au cartésianisme authentique) de Fontenelle l'y pousse déjà à extrapoler le schéma du tourbillon à l'univers entier — ce qui n'est que sous-entendu chez Descartes (1) : d'où cette saisissante image, que Fontenelle conservera jusqu'à la fin de sa carrière (cf. *Système*, section 8. Cité par nous, p. 232), d'une infinité de tourbillons stellaires et planétaires, de masses innombrables de matière céleste en rotation accolées les unes aux autres, les espaces laissés libres par cet assemblage étant remplis « par un petit tourbillon, ou deux, peut-être mille », tous agissant l'un contre l'autre comme des ballons jointifs « qui s'enflent et se désenflent », s'engrenant « les uns dans les autres comme les roues d'une montre » (cinquième *Soir*). Fontenelle, on le voit, peut alors se permettre de parler en poète, et pour quelques années encore. Mais avec le XVIII^e^ siècle qui s'ouvre, le marivaudage des « Soirs » étoilés devra faire place à une activité à la fois plus scientifique et plus « engagée » et, du même coup, autrement instructive pour nous.

1. — La défense du principe tourbillonnaire

1) *Les difficultés « hydrodynamiques »*

Sous sa forme première (c'est-à-dire telle que l'expose Descartes dans ses *Principes*, III^e^ Partie, art. 3, par le biais d'une comparaison avec les tournoiements d'un courant aquatique), la théorie tourbillonnaire présente d'évidentes imperfections, du simple point de vue mécanique déjà :

Selon Descartes, on le sait, la pesanteur n'est qu'une moindre légèreté : les corps grossiers entraînés dans le tourbillon de matière subtile qui circule autour de la Terre ont une moins grande vitesse de rotation que cette matière, donc une moins grande tendance centrifuge — ou, en d'autres termes, une tendance (relative)

(1) *Principes*, III^e^ Partie, art. 3.

centripète que nous appelons « pesanteur ». Seulement, dans ces conditions, cette « pesanteur » ne devrait s'exercer que selon la perpendiculaire à l'axe de rotation de la Terre et de son tourbillon cylindrique ou annulaire. Descartes lui-même l'a senti et, un peu plus loin (IV^e Partie, art. 27), ajoute que les particules de matière subtile circulent en tous sens en plus du mouvement d'ensemble rotatif ; ce en quoi il ne fait que reprendre, avec moins de netteté d'ailleurs, une idée que quatre ans auparavant il avait par lettre communiquée à Mersenne : « Non pas tellement qu'elle [la matière subtile] vienne à tourner toute d'un même sens, mais en sorte que la plupart de ses mouvements différents se fassent dans des *surfaces sphériques* » (1). Cette hypothèse à peine esquissée — et, au fond, très paradoxale et confuse — d'un tourbillon non plus cylindrique mais sphérique, va être reprise largement par les cartésiens de la seconde génération qui tenteront de préciser la pensée du maître sur ce point : tels Huygens dès 1669 (*Discours sur les causes de la pesanteur*, publié en 1690 seulement) et Jacques Bernoulli, vers 1683.

Les *Principia* newtoniens (de 1687) sont donc au courant de ces essais et l'étude strictement mathématique qu'ils consacrent (fin du Livre II), au « mouvement circulaire des fluides » a pour but de souligner que : dans un tourbillon cylindrique, les périodes de rotation des couches doivent être entre elles comme les distances à l'axe ; dans un tourbillon « sphérique », elles seraient comme les carrés des distances au centre. Dans un cas comme dans l'autre, on ne retrouve pas la troisième Loi de Képler selon laquelle elles sont comme les racines carrées des cubes de ces distances.

Plus loin (Livre III, scholie général), l'objection prend une forme plus complexe : la deuxième Loi de Képler (Loi des aires) implique que les vitesses des couches d'un hypothétique tourbillon solaire (quelle que soit d'ailleurs sa forme) soient proportionnelles aux distances au centre ; alors que la troisième Loi, elle, indique que les vitesses des couches doivent être inversement proportionnelles aux racines carrées des distances (2). On voit que le principe cartésien conduit, d'une façon inadmissible, à *choisir* une des deux Lois de Képler au détriment de l'autre.

(1) Cité par P. Mouy, *Le développement de la physique cartésienne*, p. 189 ; nous soulignons.

(2) La 3^e Loi donne : $T^2/T'^2 = D^3/D'^3$. Si C et C′ désignent les orbites, V et V′ les vitesses moyennes de circulation, on a aussi : $T = C/V$, $T' = C'/V'$, et donc $C^2 . V'^2/C'^2 . V^2 = D^3/D'^3$. Comme les orbites sont proportionnelles aux grands axes, il reste $V'^2/V^2 = D/D'$ et, finalement, $V'/V = \sqrt{D}/\sqrt{D'}$.

Tout l'effort des cartésiens (et de Fontenelle plus spécialement) va évidemment tendre à élaborer un schéma de tourbillon sphérique « souple », si l'on peut dire, à l'intérieur duquel les particules ne se déplaceraient pas en bloc et à la même vitesse (ce qui constituait l'intuition première de Descartes), susceptible donc d'échapper à la critique newtonienne — au moins sous sa première forme (1).

En 1707, par exemple, paraît le *Nouveau Système...* de l'abbé Villemot (2), qui y développe l'idée (il n'est pas d'ailleurs le premier à le faire) d'un tourbillon composé de couches sphériques infiniment minces, indépendantes, emboîtées en quelque sorte les unes dans les autres et dont les forces centrifuges totales respectives sont égales entre elles, les vitesses des différentes couches étant en raison inverse des rayons (ainsi, « la plus grande surface qui est celle dont tous les points ont moins de force centrifuge, en est récompensée par être plus grande », commente Fontenelle dans l'*Histoire de l'Académie* de l'année — que nous désignerons désormais par l'abréviation *H. A.*). Conception qui présente un avantage bien séduisant : non seulement permet-elle d'éviter l'objection newtonnienne que dans un tourbillon, même sphérique mais « solide », on ne retrouve pas la troisième Loi de Képler ; mais, mieux, l'étude mathématique des conditions d'équilibre interne de ces « couches » fait apparaître la *nécessité* de cette Loi. Nous reviendrons tout à l'heure sur ce point (cf. p. 231).

Néanmoins, l'imagination très concrète de Fontenelle répugne à cette notion assez étrange d'un fluide parfait conçu comme une superposition stable de pellicules à la fois homogènes et totalement indépendantes : « puisque ces points composent un fluide, et n'ont nulle liaison entre eux, chacun des plus forts doit s'échapper pour aller prendre la place du plus faible qui lui répond » — à moins de leur supposer des densités différentes (mais alors, on ne peut plus retrouver la Loi de Képler). Quelques années plus tard, heureusement, Fontenelle va découvrir dans la 4e édition de *La Recherche de la Vérité* (1712), une théorie qui lui permettra de pallier les inconvénients du système de Villemot et qu'il commentera avec louange dans l'*Éloge* de Malebranche : il s'agit d'un tourbillonnisme généralisé,

(1) Sous sa seconde forme (conduisant à un choix entre les deux Lois de Képler), la critique newtonienne est inattaquable du strict point de vue mathématique. Bernoulli, en 1730 encore *(Nouvelles pensées sur le système de Descartes)*, devra se contenter de la passer sous silence. Nous verrons plus loin (p. 232, n. 1) comment Fontenelle s'en accommode — un peu frauduleusement.

(2) *Nouveau Système ou Nouvelle Explication du Mouvement des Planètes*, Paris, 1707.

atomique si l'on veut, la matière subtile des tourbillons étant elle-même conçue comme formée de tourbillons infinitésimaux à grande vitesse centrifuge — ce qui donne « un grand fonds de force pour tous les besoins de la Physique ».

Il serait instructif (mais hors de notre propos) de suivre dans l'*Histoire de la Physique et de la Chimie* l'application générale que firent de cette conception les défenseurs du cartésianisme — plus spécialement l'abbé Privat de Molières (1), inlassablement et sympathiquement commenté par le Secrétaire de l'Académie : on les verrait développer un Mécanisme nouveau dans lequel trois « ordres » tourbillonnaires remplacent les trois « éléments » du cartésianisme primitif et permettent d'expliquer tous les phénomènes de l'univers (2) ; dynamisme tourbillonnaire infinitésimal et universel qui, parfois, conduit Fontenelle à des anticipations très remarquables lorsque, par exemple, il décrit le Monde comme réservoir d'énergie potentielle « en même temps et dans un grand calme et dans un grand mouvement » (*H. A.*, 1737, p. 37 sqq.).

Du point de vue astronomique qui nous intéresse ici, retenons seulement que le principe malebranchiste a réconcilié Fontenelle avec la notion du tourbillon sphérique à couches indépendantes : chacune étant formée de globules tourbillonnaires ponctuels, élastiques, impénétrables, pourra garder son unité et son équilibre ; et en 1728 (*H. A.*, p. 97 sqq.), exposant les démonstrations de Privat de Molières tendant à établir la possibilité du tourbillonnement sphérique, il conclut, conquis, que dans ces conditions le système de Descartes mérite que « non seulement la nation française, mais toute la nation des philosophes soit disposée favorablement à le conserver. Les principes en sont plus clairs et portent en eux plus de lumière ».

Et en 1733 il écrira, avec assurance cette fois, que « la matière subtile ne tourne pas toute du même sens que la Terre ; elle a trop de mouvement pour ne suivre qu'une détermination toujours uniforme ; il faut qu'elle emploie cette force à décrire autour de la Terre une infinité de cercles ou surfaces sphériques toutes différemment entrelacées les unes dans les autres » (*H. A.*, p. 94 sqq.).

(1) « ... un des plus implacables ennemis du newtonianisme, ... remplit de 1721 à 1736 les séances de l'Académie de ses lectures, véritables réclames cartésiennes » (MAURY, *L'ancienne Académie des Sciences*, p. 53).

(2) Cf. *H. A.*, 1734, 1736, 1737, 1738, les commentaires fontenelliens aux 4 tomes successifs des *Leçons de physique* de PRIVAT DE MOLIÈRES.

Tout est prêt pour la synthèse de 1752 qu'il nous faut maintenant rapidement résumer :

« Je suppose le plein absolu », écrit-il au début de l'ouvrage ; le vide apparent est en réalité empli d'une matière éthérée, « fine, déliée et homogène » (p. 160), en mouvement tourbillonnaire général rapide mais « si égal et si réglé qu'il imite le plus profond repos » (1). Qu'est-ce qu'un tourbillon ? « Figurons-nous une surface sphérique formée d'une infinité de cercles égaux ayant tous le même centre. J'appelle cela une *couche*. Qu'une autre couche... enveloppe immédiatement la première, ou en soit enveloppée, et toujours ainsi de suite... Voilà une sphère entière formée... Rien n'empêche que tous les cercles qui formeront une couche quelconque de la sphère ne se meuvent tous ensemble de la même vitesse, et selon la même direction » ; et les couches peuvent avoir des vitesses différentes car « le fluide peut être composé de parties si subtiles et si peu liées entre elles, et d'ailleurs la différence de vitesse dont il s'agit peut être si petite que l'inconvénient du frottement disparaîtra » (section 3) ; enfin, chaque couche a « une force expansive », somme des forces centrifuges des points qui la composent : et toutes les forces expansives de toutes les couches « conspirent également et uniquement » à ce que le tourbillon total « se défende également partout des attaques du dehors » (p. 52-53).

Si un corps solide (section 5) pénètre dans un tourbillon, il déplace un volume égal de matière éthérée qui aurait contribué à la force centrifuge alors que lui n'y contribue pas : la couche est donc affaiblie à cet endroit, les couches inférieures vont monter, elles ne le peuvent (tout est plein) qu'en faisant descendre le solide ; c'est ce qu'on nomme la pesanteur. Et le solide — planète, par exemple — descendra jusqu'au moment où il atteindra une couche qui lui communiquera une vitesse de rotation, donc une force centrifuge, s'opposant exactement à la poussée qui le dirige vers le centre du tourbillon : à ce moment, il est entraîné définitivement par cette couche, à une distance constante du centre (Soleil).

Si ce solide est une planète, il est lui-même centre d'un tourbillon, que sa force expansive empêchera de se mélanger au grand

(1) On doit comprendre que cette « matière éthérée » est elle-même, comme toute matière, composée de tourbillons infinitésimaux. Fontenelle se borne à ce propos (section 8) à indiquer que l'élasticité des corps matériels est un phénomène du même ordre que la souplesse de ces « grands ballons », ces « ressorts bandés », que sont les tourbillons célestes : ce qui souligne (implicitement) la similitude de constitution de toute la « matière » de l'univers.

tourbillon (solaire) au sein duquel il est plongé : et Fontenelle montre (p. 80 sqq.) qu'étant frappé avec des « forces impulsives » différentes par les deux couches qui touchent ses parties extrêmes et diamétralement opposées, ce « petit tourbillon » se mettra à tourner, entraînant sa planète centrale dans un mouvement de rotation sur elle-même.

Il faut noter que la vitesse d'un corps descendant dans un tourbillon « ne vient que de la force centrifuge... des couches du tourbillon, qui étant toutes égales à cet égard, ne peuvent donner chacune qu'un degré égal de vitesse : ainsi la vitesse du globe tombant sera une vitesse *accélérée*, toujours composée de degrés égaux », quelle que soit sa grosseur : « On voit assez que tout ce qui vient d'être dit n'est que le système de Galilée sur la pesanteur, qui se déduit très simplement de nos principes. » (P. 69.)

Bien mieux : considérons (nos 13 et 14) que la force centrifuge « n'est proprement que la même force qui produit la circulation, altérée seulement quant aux directions que la circulation fait changer à chaque instant » ; elle sera donc d'autant plus grande : 1° Qu'on fait circuler le corps à une vitesse u plus grande ; 2° Que la quantité de mouvement $m.u$ du corps est soumise à un changement de direction continu (un « détour ») plus brutal, c'est-à-dire que le rayon r de la circonférence est plus petit. On en peut conclure que « tout ce qui entre dans la force de circulation sera exprimé » d'après 1° par u, d'après 2° par u, m et $1/r$, donc $m.u^2/r$. On voit qu'on retrouve ainsi « non seulement que la force centrifuge renferme le carré de la vitesse mais encore pourquoi elle le renferme nécessairement. Ici [chez Newton] je demande pourquoi l'attraction suit les carrés des distances plutôt que toute autre puissance ? Je ne crois pas qu'il fût aisé de le dire ».

Continuons ce raisonnement imagé (*ibid.*, nos 29 à 32) : « Dans la circulation fluide... les m sont ici comme dans l'autre des r^2, parce que les grandeurs des couches périphériques sont dans le rapport des carrés de leurs rayons » (1) ; la formule $m.u^2/r$ peut donc s'écrire $r.u^2$. Si l'on suppose maintenant que la proportion $R/r = u^2/U^2$ soit possible (« or il est bien clair qu'elle l'est »), il en vient que $R.U^2$ sera égal à $r.u^2$, c'est-à-dire que « la force de circulation » d'une couche sera toujours égale à celle d'une autre et qu'il y aura équilibre entre toutes les couches. Enfin,

(1) Rappelons qu'il s'agit d'un tourbillon à couches *sphériques*.

« puisque $R/r = u^2/U^2$, les vitesses sont en raison renversée des racines carrées des rayons des couches sphériques concentriques... C'est là la fameuse règle de Képler ». Ainsi, « en appliquant aux corps célestes les forces centrifuges de M. Huygens, et en les supposant en équilibre entre eux, il en [naît] nécessairement la règle de Képler et même le principe fondamental du Livre de M. Newton, pourvu seulement qu'on veuille bien appeler force centrifuge ce qu'il appelait attraction »; la règle de Képler « démontrée géométriquement, et *par les premières idées*, me paraît une chose d'un grand prix » (p. 205. Nous soulignons).

Conduisant à retrouver naturellement les lois essentielles de Galilée, Képler, Huygens, Newton, le principe tourbillonnaire prouve (aux yeux de Fontenelle) sa valeur ontologique ; il est donc permis de l'extrapoler à l'ensemble du monde stellaire :

« Les Cartésiens croient avec beaucoup d'apparence que ces étoiles sont des soleils, centres d'autant de tourbillons... » (p. 121) ; on peut donc imaginer l'univers comme « un amas de grands ballons, de grands ressorts bandés les uns contre les autres, qui s'enflent et se désenflent, et ont une espèce de respiration et d'expiration successives, analogue à celles des animaux ; ce qui fera la vie de ce grand corps immense » (p. 135). Mais on s'explique, dans ces conditions, que mille pressions, interactions, déformations, puissent s'exercer dans cet « amas » : le tourbillon sphérique n'est qu'un schéma idéal et jamais réalisé parfaitement dans la nature. Ainsi se comprend (section 8) que les systèmes planétaires suivent une course plus elliptique que circulaire, que les orbites des planètes « soient jetées dans différents plans », que les axes de rotation de ces planètes aient diverses inclinaisons ; ainsi se comprend la précession des équinoxes, les irrégularités du mouvement de la Lune, etc. En bref, il n'est pas de phénomène astronomique qui ne soit susceptible d'une explication dans le cadre élastique du tourbillonnisme ; et certes, comme le notait le Secrétaire de l'Académie en 1738 (*H. A.*, p. 5 sqq.), le fond « géométrique perce toujours... au travers du physique qui l'enveloppe » : mais nulle part la nature ne se conforme et ne peut se conformer rigoureusement au schéma de principe, « différentes petites circonstances particulières qu'il serait inutile et impossible de deviner toutes ne permettraient pas que cette conformité soit parfaite » (1).

(1) Cette conviction que le « physique » ne suit que de loin le « géométrique » a, de longue date, autorisé Fontenelle (peut-être inconsciemment) à négliger la seconde forme

Rien de plus significatif (bornons-nous pour l'instant à cette remarque) que cette entêtée souplesse avec laquelle le néo-cartésianisme de Fontenelle se plie, se déforme, s'adapte à tous les obstacles — comme les « grands ballons » tourbillonnaires eux-mêmes... — et, pour échapper aux objections précises de Newton, préfère s'encombrer de remaniements de détail et invoquer à tout instant d'imprévisibles et incalculables entorses au système théorique plutôt qu'essayer d'envisager les choses sous un angle radicalement différent (1). Nous allons voir se préciser ce caractéristique état d'esprit en étudiant (plus sommairement) cette autre fondamentale difficulté « hydrodynamique » du tourbillonnisme qu'a été, pendant cinquante ans, le problème des comètes.

2) La question des comètes

Outre cette critique mécanique d'ordre théorique que nous venons d'examiner, le système cartésien se prêtait malheureusement aussi à nombre d'objections particulières — physiques et expérimentales, si l'on peut dire : et parmi elles, et la plus importante, l'existence des comètes. Car, écrit Fontenelle lui-même (*Éloge* de Newton), « comment les comètes traversent-elles les tourbillons librement en tous sens, quelquefois avec des directions de mouvements contraires aux leurs, sans en recevoir nulle altération sensible dans leurs mouvements, de quelque longue durée qu'ils puissent être ? Comment ces torrents immenses et d'une rapidité presque incroyable n'absorbent-ils pas en peu d'instants tout le mouvement particulier d'un corps qui n'est qu'un atome par rapport à eux, et ne le forcent-ils pas à suivre leur cours ? ».

Faut-il se résoudre, alors, à voir dans les comètes des astres

de l'objection hydrodynamique newtonienne (cf. *supra*, p. 228 et sa n. 1). Car il semble bien admettre que la Loi des aires n'a pas de valeur ontologique réelle et ne fait que souligner le phénomène physique d'un *resserrement* de la surface offerte à la matière tourbillonnaire lorsqu'elle passe de la partie la plus excentrée à la partie la moins excentrée du tourbillon déformé en ellipsoïde ; et ce resserrement peut ne pas se traduire par des accélérations qui seraient incompatibles avec les autres Lois de Képler : il suffit d'admettre que la matière éthérée est faite de globules tourbillonnaires infinitésimaux, aptes à se comprimer l'un l'autre, ce qui explique que leur grandeur « se proportionne naturellement selon tous les degrés requis, aux espaces par où ils doivent passer » (*H. A.*, 1729, p. 87 sqq).

(1) « Quand les philosophes [cartésiens] sentaient les contradictions et les absurdités attachées à ce roman philosophique, ils songeaient à le corriger plutôt qu'à l'abandonner... Mais que mettrons-nous à la place des tourbillons et de la matière subtile ? Ce raisonnement trop ordinaire est celui qui affermit le plus les hommes dans l'erreur. » (Voltaire, *Élémens...*, p. 195 sqq.)

évoluant dans le vide et totalement indépendants du mouvement général du système solaire, « en supprimant, comme a fait un des plus grands génies de ce siècle, toute cette matière fluide immense... ? Mais ce moyen de lever une difficulté pourrait en avoir lui-même de très grandes » (*H. A.*, 1708, p. 97 sqq.). Le clan cartésien n'était, par bonheur, pas totalement privé de moyens de défense ; et ils étaient de deux sortes :

Ou bien (idée de Jacques Cassini), tout en assimilant — comme le faisait Newton — comètes et planètes, s'attacher à rendre compte des mouvements variés des premières par rapport au tourbillon solaire grâce à une *rétrogradation apparente* due (comme c'est le cas pour les secondes), à la combinaison de la marche de la Terre avec celle de l'astre considéré ; ou bien (conception proposée par Mairan, reprenant d'ailleurs une thèse fort ancienne à laquelle faisait déjà allusion les *Entretiens*), voir dans les comètes des astres d'un autre tourbillon que le nôtre et qui y pénétreraient par une sorte de *compression*.

Entre les deux, Fontenelle hésite peu ; la théorie de Cassini, en effet, ne semble pas toucher le fond du problème : comprendre comment le mouvement d'une comète n'est pas « absorbé » par celui du « torrent » tourbillonnaire solaire ; d'ailleurs, attribuer les comètes au système solaire lui paraît bien « forcé » : « Ne serait-ce pas un reste de Système Ptolémaïque, si naturel aux hommes, que de vouloir rapporter tous les mouvements célestes à ce Soleil ? » (*H. A.*, 1733, p. 71 sqq.). Et il précisera dans le *Système* de 1752 : « Quand on fait décrire aux comètes des ellipses infinies ou presque infinies, dont notre Soleil est un des foyers [à la façon de Newton ou Cassini], il me semble que c'est là un reste du système de Ptolémée, bien naturel à la vérité, où l'on se fait le centre de tout » (p. 146) ; notons au passage cet écho d'un relativisme, d'une aversion pour tout anthropocentrisme, qui sont fondamentalement ancrés chez Fontenelle puisque deux tiers de siècle auparavant ils ont déjà inspiré la thèse d'une « pluralité des mondes ».

Mieux vaut donc admettre que les comètes sont des planètes d'autres tourbillons que le nôtre et que le nôtre « n'est pas de figure sphérique mais enfoncé par le tourbillon voisin en certains endroits, autant que le demandera la proximité des planètes [que nous appelons comètes] » (*H. A.*, 1725, p. 63 sqq.). Ou, mieux encore, que sous la pression de ceux qui l'entourent, « un tourbillon... viendra... à se vider peu à peu [de matière éthérée]... ; et le corps solide,

ou soleil qu'il avait en son centre... en sera chassé, et ira errant par les interstices des tourbillons, où il ne trouvera presque aucune résistance. Ce sera là une comète » (*Système*, p. 145). Mais Fontenelle n'en conclut pas moins prudemment (car il se sent en terrain peu sûr) : « Je doute que l'on sache encore assez l'histoire des comètes... Ne précipitons rien, s'il se peut ».

***

A travers ces citations (on pourrait les multiplier presque à l'infini ; rappelons-nous les soixante années d'activité scientifique de Fontenelle) commence sans doute à se préciser une caractéristique essentielle du tempérament fontenellien : son attirance pour les théories intuitives et « parlant aux sens », qui n'a pas peu contribué à l'attacher définitivement à la puissante imagerie cartésienne, à l'immense machinerie qu'elle présente, où n'opèrent que ces « figures et mouvements » dont tout homme a la compréhension innée (1). Conquis par la vision d'un univers où ne fonctionneraient que cames et engrenages, il ne pouvait éprouver qu'une sorte d'horreur sacrée pour le monde glacé et inhumain des newtoniens où « les corps célestes se meuvent dans un grand vide, si ce n'est leurs exhalaisons et les rayons de lumière, qui forment ensemble mille entrelacements différents, mêlent un peu de matière à des espaces immatériels presque infinis » (*Éloge* de Newton).

D'un point de vue plus scientifique, cette tendance s'est traduite chez lui par la conviction profonde que la Clé de la nature (ce qu'il appelle : les « premières idées », les « principes bien réels »...) est *déjà* entre nos mains, sous forme de cette expérience immédiate que nous avons de certains processus fondamentaux, pression, choc, rotation et, nous l'avons vu, déformation... : « les meilleures explications sont celles qui transportent aux phénomènes délicats les causes que l'on a connues dans ceux qui étaient plus grossiers » (*H. A.*, 1717, p. 1 sqq) ; et, par exemple, « les cercles concentriques de nos six planètes [sont] comme de grandes pièces visibles de tout l'édifice céleste, et qui nous représentent ce que nous n'en voyons pas » (*Système*, p. 147).

(1) Le cas de Fontenelle n'est pas exceptionnel : le système de Descartes a longtemps exercé une très remarquable emprise sur l'imagination de nombre d'esprits éminents ; le cartésien (modéré) Huygens en témoigne : « Il arrivait à ceux qui lisaient ses *Principes de philosophie* quelque chose de semblable à ceux qui lisent des romans qui plaisent et font la même impression que des histoires véritables » (cité par Mouy, *o. c.*, p. 184).

C'est ce que l'on a appelé plus tard l'idéal « d'expliquer l'inconnu invisible par le connu visible ». C'est cet idéal qui inspire le sentiment de triomphe si visible chez Fontenelle lorsque les « premiers principes » permettent de retrouver et même de *déduire* (cf. pp. 231-232) la troisième Loi de Képler, jusque-là simple fait et qui n'avait pu « résulter que d'un nombre affreux de calculs [newtoniens] très embarrassés » (*Système*, Réflexion 12. Il écrivait, section 4, « ... et qui n'étaient peut-être pas absolument sûrs »).

Rien de plus opposé à l'esprit de la science newtonienne qui, partant de principes artificiels et non intuitifs (pense Fontenelle), en tire un symbolisme purement mathématique qu'elle applique ensuite de force aux observations faites par les astronomes : on pose, par exemple, le postulat arbitraire qu'une « force qui sera centrale... aura sur un même corps une action variable... dans la raison renversée des carrés [des] distances » (*Éloge* de Newton) — et « il paraît, conclut avec un étonnement sincère le Secrétaire de l'Académie, que M. Newton est parti de là pour toute sa Physique du monde pris en grand ».

De l'attitude fontenellienne découle, enfin, une conception *totalitaire* de la science, qui fait coïncider vérité et universalité : l'Univers est *un* et *une* sa formule ; et la connaissance ne peut progresser que par les applications successives de cette formule aux divers aspects de la nature. Rien de plus opposé, une fois encore, à la conception newtonienne, dont le *Discours préliminaire* de l'*Encyclopédie* devait vanter le progrès qu'elle avait fait accomplir « en nous donnant lieu de penser que la matière peut avoir des propriétés que nous ne lui soupçonnions pas et en nous désabusant de la confiance ridicule où nous étions de les connaître toutes ».

II. — Les critiques au newtonianisme

Fontenelle a toujours, très impartialement et très sincèrement, professé la plus vive admiration pour l'œuvre de Newton :

« Quelle géométrie a été nécessaire pour débrouiller ce chaos de rapports ! Il paraît téméraire de l'avoir entrepris ; et on ne peut voir sans étonnement que d'une théorie si abstraite, formée de plusieurs théories particulières, toutes très difficiles à manier, il naisse nécessairement des conclusions toujours conformes aux faits établis par l'Astronomie » (*Éloge* de Newton). Seulement, et on le devine à travers cette citation, il l'a considéré bien plus comme un

mathématicien et « mécanicien » de génie que comme un « physicien ».

Ce faisant, il n'a d'ailleurs pas jugé autrement que la majorité des savants français de l'époque ; comme l'écrivait le *Journal des Savants* (2 août 1688), à propos des *Principes* : on y trouve « une mécanique la plus parfaite qu'on puisse imaginer... mais... on ne peut regarder ces démonstrations que comme mécaniques ». Et quand le P. Castel estime un peu plus tard que « Newton s'est trop sèchement livré à la géométrie..., il a été aussi avare de matière que Descartes en était prodigue » (1), quand Falconnet (Préface du *Système des tourbillons* de 1752), écrit que « Newton... n'a fait que porter la Géométrie dans la Physique » et que les newtoniens « au lieu d'accommoder leurs idées à la nature... voudraient soumettre la nature à leurs idées », ils expriment exactement le point de vue même de Fontenelle : l'admirable travail de l'Anglais se résume à superposer, assez inutilement, une remarquable théorie mathématique à un ensemble de faits parfaitement coordonnés déjà dans le cadre du système tourbillonnaire.

Mais le danger du newtonianisme est ailleurs. Cet irréprochable édifice symbolique, basé sur les abstractions de « force » et de « point », pourrait être intéressant (quoique trop « géométrique » pour avoir réellement valeur de représentation ontologique des phénomènes) ; pourquoi s'y surajoute-t-il une hypothèse de structure très arbitraire revenant à appeler « force attractive » l'inverse fictif de la force centrifuge, très réelle, elle, et « prouvée bien géométriquement » (*Système*, Réflexion 12) ? C'est sur ce point que se concentre la critique de Fontenelle. Quelle a été l'opinion *authentique* de Newton lui-même sur la notion d'attraction, c'est, on le sait, un problème insoluble aujourd'hui encore ; et il l'était déjà au XVIII^e^ siècle, au fond, puisque si Voltaire écrit dans ses *Élémens* de 1738 : « l'attraction agit sur tous les corps et devient une qualité palpable bien loin d'être une qualité occulte » (2), Maupertuis admettra, lui, que Newton « n'a jamais regardé l'attraction comme une explication de la pesanteur des corps..., il a souvent averti qu'il n'employait ce terme que pour désigner un fait et non point une cause..., qu'il se pouvait même que cette tendance... fût l'effet d'une véritable impulsion » (3). Et peut-être Newton n'a-t-il réellement pas

(1) Cité par G. Bachelard, *La formation de l'esprit scientifique*, cf. pp. 222 à 231.
(2) Cité par L. Bloch, *La philosophie de Newton*, p. 539.
(3) *Œuvres*, I, p. 92.

eu d'opinion définitive en cette matière ; peut-être son penchant « nominaliste » profond à ne considérer l'attraction que comme un mot commode a-t-il été trahi par les proclamations de propagande, brutales et dogmatiques, de certains disciples (Cotes, Keill...) trop combattifs ?

Le fait est, en tout cas, que pour Fontenelle la question ne laisse aucun doute : le newtonianisme repose sur le postulat qu'une propriété de la matière, jusqu'alors inconnue, vient de nous être révélée ; et il s'agit de décider s'il faut abandonner le principe de l'*impulsion*, dont l'expérience immédiate quotidienne nous confirme à tout instant l'existence et l'universalité, au profit d'une « qualité » qui ne parle en rien à notre intuition sensible.

Tel est le thème que, pendant des années, développera inlassablement le Secrétaire de l'Académie, pour s'opposer — il le répète cent fois — au retour de la stérile « philosophie scolastique » (1) :

Newton, jouant sur les mots, souligne-t-il (*Éloge* de Newton), veut distinguer les qualités occultes des Scolastiques et les qualités évidentes des corps (attraction, par exemple) dont les *causes*, elles, seraient occultes : « mais ce que les scolastiques appelaient qualités occultes, n'étaient-ce pas des causes ? » ; et (*Système*, Réflexion 4) « si l'on dit que l'attraction mutuelle est une propriété essentielle aux corps... on en pourra dire autant des sympathies, des horreurs, de tout ce qui a fait l'opprobre de l'ancienne Philosophie scolastique ».

Que de dangers à ce retour !

Le verbalisme, tout d'abord, car « l'exemple de l'attraction... est contagieux par l'extrême commodité qu'il donne de satisfaire à tout à peu de frais » (*H. A.*, 1738, p. 82 sqq.) (2). Plus profondément, le vice inhérent à toute « science » attractionniste, c'est (nous y revenons toujours) de ne pas faire comprendre *pourquoi* les phénomènes s'ordonnent de telle ou telle façon : « Il ne suffit pas d'avoir

(1) Comme l'a remarqué L. Brunschvicg, *Les progrès...*, p. 697, les newtoniens lui retournent non moins inlassablement l'accusation.

(2) Et le mal peut, de l'astronomie, se répandre dans les autres sciences, puisque les newtoniens tendent à faire descendre « des Cieux dans le monde sublunaire cette prétendue qualité essentielle » (préface au *Syst me*). « Mais en quelque occasion que ce soit, aura-t-on dit quelque chose, quand on aura prononcé le mot d'attraction ? » (*Éloge* de Boerhaave). Déjà on a vu « toutes les anciennes attractions et sympathies » revivre dans la *Physique* de Mariotte et Frénicle (*H. A.*, 1733, p. 94 sqq) : il n'y a plus qu'à supposer, comme Hartsoeker, des « âmes » répandues partout et qui feront « tout ce que le mécanisme n'explique pas commodément » (*Éloge* d'Hartsoeker).

bien fait un calcul dont le résultat sera infaillible... il faut encore, *pour contenter sa raison*, entendre ce résultat, et savoir pourquoi il est venu tel » (*Système*, Réflexion 6 ; nous soulignons) ; et c'est ici que triomphe le tourbillonnisme, nous l'avons vu (p. 232) à propos des lois de Galilée ou Képler déduites à partir des « premières idées ».

Enfin, l'attractionnisme fourmille à la fois d'insuffisances et d'incohérences logiques ; et Fontenelle s'applique à le montrer, avec une surabondance d'arguments. Retenons-en deux seulement, à titre d'exemples spécialement significatifs (1) :

« L'attraction étant supposée..., il s'ensuivra aussi que cette force sera infinie quand... les deux corps se toucheront... Si deux corps allaient l'un vers l'autre, il serait toujours d'autant plus difficile de les faire retourner en arrière, qu'ils se seraient plus approchés l'un de l'autre » (*Système*, Réflexion 5). « Si la pesanteur agit par impulsion, on conçoit qu'un bloc de marbre qui tombe peut être poussé vers la Terre sans que la Terre soit aucunement poussée vers lui... Mais si elle agit par attraction, la Terre ne peut attirer le bloc de marbre, sans que ce bloc n'attire aussi la Terre. Pourquoi cette vertu attractive serait-elle plutôt dans certains corps que dans d'autres ? » (*Éloge* de Newton ; notons au passage que cette « objection », comme la précédente, ignore évidemment les expériences de Cavendish, qui datent de la fin du XVIII^e siècle). Autant d'absurdités d'évidence intuitive qui, selon le Secrétaire de l'Académie, suffisent à condamner la thèse newtonienne.

Il est d'ailleurs assez impartial pour admettre que nos « premières idées », et spécialement celle d'impulsion, ne sont pas, elles non plus, d'une totale clarté : si on va au fond des choses, il faut convenir qu'elles sont aussi peu compréhensibles que la raison pour laquelle Dieu a créé la matière et le processus selon lequel Il agit sur elle. Mais cette obscurité relative n'est-elle pas tout de même préférable à l'obscurité complète de la notion d'attraction ? Et ici, Fontenelle reprend un thème qu'il développait plus d'un demi-siècle auparavant au cours d'une controverse philosophique avec un malebranchiste (resté inconnu de nous ; peut-être le mathématicien Carré) (2) et que l'on peut ainsi résumer :

Certes, nous ne savons rien des desseins de Dieu ; mais il est

(1) Voir aussi *Système*, Réflexions 7, 11 ; et *H. A.*, 1710, p. 98 sqq. ; 1732, p. 112 sqq., etc.

(2) *Doutes sur le système des causes occasionnelles*, suivis de *Lettre de l'auteur des doutes* (1686).

indiscutable que leur exécution a dû être aussi sage, simple, rationnelle, que possible. Si Dieu, donc, a créé les corps impénétrables et susceptibles de se transmettre le mouvement par impulsion, c'est, semble-t-il (et contrairement à ce qu'affirme Malebranche), pour s'éviter d'avoir à agir continûment comme Cause omniprésente.

Or, le point de vue newtonien se rapproche singulièrement de celui des occasionnalistes (1), puisque soutenant que, « comme les corps ne se meuvent que par la volonté de Dieu, il est possible que, par cette même volonté ils s'attirent mutuellement » (*Système*, Réflexion 3). Mais ne voit-on pas que « dans le premier cas, la volonté de Dieu ne fait que mettre en œuvre une propriété essentielle de la matière, sa mobilité, et déterminer au mouvement l'indifférence naturelle qu'elle a au repos et au mouvement. Mais dans le second cas... la volonté de Dieu n'aurait aucun rapport à leur nature [des corps], et serait purement arbitraire, ce qui est fort contraire à tout ce que nous offre de toutes parts l'ordre de l'univers » (*ibid.* ; les *Doutes* de 1686 ajoutaient à la « mobilité » des corps leur « impénétrabilité »). Et Fontenelle conclut, théologien un peu imprévu : « Cet arbitraire admis ruinerait toute la preuve philosophique de la spiritualité de l'âme. Dieu aurait aussi bien pu donner la pensée à la matière, que l'attraction. »

En d'autres termes : « Nous voyons très clairement que si le corps A mû choque le corps B en repos, il arrivera quelque chose de nouveau ; ou A s'arrêtera, ou il retournera en arrière, ou il poussera B devant lui... mais de ce que A et B sont tous deux en repos à quelque distance que ce soit l'un de l'autre... on ne voit là la nécessité d'aucun effet ; au contraire, on en voit l'impossibilité » (*ibid.* Réflexion 1) : l'universalité et la réalité ontologique du processus d'impulsion éclatent aux yeux, alors que l'idée d'attraction apparaît nettement pour ce qu'elle est, création de l'esprit humain, qu'on ne saurait attribuer à Dieu sans insulter à son Intelligence suprême régie par les principes de simplicité et de généralité (2).

(1) Et sur ce point, Fontenelle est clairvoyant. Comme l'a montré Mme H. Metzger (*Attraction universelle...*, pp. 8 à 10 et 41-42), il y a dans le newtonianisme une indéniable tendance à concevoir Dieu comme Action omniprésente — dont le processus attractif constituerait un aspect.

(2) Il est remarquable de noter qu'à ce genre d'argument les newtoniens (Voltaire, par exemple) ont répondu, exactement comme le malebranchiste des années 1686 (cf. ses *Réflexions aux doutes proposés*), que l'homme a tendance à considérer comme cause naturelle et unique ce que l'habitude lui a rendu familier ; ne peut-on, alors, admettre qu'il

D'une façon plus scientifique (mais sans écarter cependant toute considération théologique), Fontenelle examine aussi, en les opposant, les postulats fondamentaux du newtonianisme et du cartésianisme : le Vide et le Plein ; ou, plus exactement, il tente de montrer que l'idée d'un espace distinct de la matière conduit à des absurdités :

D'abord, cela serait faire de l'espace infini « un être réel, semblable à Dieu » ; ensuite, si la matière n'est pas infinie, elle sera toujours, par rapport à l'espace, comme un infiniment petit et la (supposée) attraction agissant sans obstacle sur les corps isolés les grouperait vite au milieu d'un vide total : le monde « se pétrifierait » (1).

Dira-t-on que « M. Newton... a prouvé géométriquement... que si un corps... se meut dans un fluide d'une densité égale à la sienne, il ne peut y parcourir trois fois [sa] longueur... sans avoir perdu près de la moitié de sa vitesse initiale », conséquence contraire à l'expérience la plus commune et qui, donc, démontrerait par l'absurde la nécessité du Vide (*H. A.*, 1731, p. 66 sqq.) ? Il suffit de répondre, avec Privat de Molières *(ibid.)*, que le fluide éthéré est dense, oui, mais *non pesant*, la pesanteur étant, on le sait, une sorte de phénomène accidentel dû au mouvement tourbillonnaire : alors, la résistance de cette matière à un corps pesant en mouvement « ne sera qu'un infiniment petit du deuxième ordre, de sorte que dans un temps infini elle ne deviendra qu'un infiniment petit du premier ordre et sera absolument insensible ».

Nous revenons toujours à la même conclusion : il n'est de saine physique que celle basée sur les « premières idées » fournies par l'intuition sensible immédiate ; la nature n'a que les qualités mécaniques que nous lui connaissons par expérience directe ; et « si M. Newton a parlé sincèrement, il n'a employé d'Attraction... que comme une Pierre d'attente... et il serait bien aise aujourd'hui de voir qu'on l'ôte, pour mettre en la place quelque chose de plus solide » (*H. A.*, 1738, p. 5 sqq.).

Et, certes, la science cartésienne n'est ni parfaite ni achevée ; Fontenelle en convient dans un passage célèbre de l'*Éloge* de Newton

existe des qualités inconnues de la matière -- comparable à l'aimantation, où il est « évident » que ne jouent ni l'impulsion ni l'impénétrabilité ?

(1) Cf. *H. A.*, 1729, p. 51 sqq. : « Qu'on les mette [les planètes] dans un grand vide où l'on fera agir tant qu'on voudra les forces centrifuges ou centripètes..., on ne trouvera plus aucun principe d'une direction commune..., et une espèce de chaos [pourra] être l'état naturel. »

où il oppose ses mérites à ceux de Descartes : « Les principes évidents de l'un ne le conduisent pas toujours aux phénomènes tels qu'ils sont ; les phénomènes ne conduisent pas toujours l'autre à des principes assez évidents ». Traduisons : les bases assurées (impulsion, plein...) du cartésianisme peuvent conduire à des explications du monde relativement erronées dans leurs détails ; tant le monde est plus complexe que nos constructions humaines. Mais le mathématique pur (les « principes » newtoniens, sortes d'idéalisations de l'expérience, fondées sur les notions abstraites de « force », « point »...) « n'existe que dans les idées du Géomètre... et c'est une étrange illusion que d'abuser de ces abstractions, en les transportant dans le monde physique comme des êtres réels » (Préface du *Système*).

Cette conception fontenellienne d'une science « vraie » dans la mesure où elle s'inspire de notre intuition sensible, nous l'avions mise en évidence, déjà, à la fin du paragraphe étudiant la « défense du principe tourbillonnaire » ; nous pouvons maintenant en préciser l'inspiration profonde et, peut-on dire, métaphysique :

Soulignons, tout d'abord, qu'en en appelant à la Divinité pour condamner le Vide et l'attraction, Fontenelle n'est probablement pas insincère ; toute son œuvre (cf. par exemple sa *Préface sur l'utilité des mathématiques et de la physique*) révèle bien une sorte de « théologie » — certainement peu orthodoxe, mais qui accepte au moins l'idée d'une Finalité universelle. Aussi peut-on le tenir pour le précurseur d'un thème dont la vogue ultérieure devait être grande : celui d'une relative correspondance entre l'homme et le monde, instaurée par une Intelligence suprême et bienveillante.

Cependant, alors qu'un S'Gravesande, par exemple, parlera d'une « évidence morale », impliquant qu'il faut considérer « comme vrai tout ce dont la négation emporterait la destruction de la société » (1), Fontenelle s'est contenté, lui, d'une « évidence physique » soutenant et confirmant le travail scientifique. Providentialisme modéré, donc, que l'on peut ainsi résumer : il est dans l'univers un Ordre et une Fin ; Ordre, cela signifie raison : et le jeu des phénomènes naturels n'exige donc pas de la matière plus de possibilités qu'elle n'en est apparemment dotée ; Fin, cela implique que l'humanité a un rôle dans le monde : il faut donc qu'elle soit à quelque égard pré-adaptée à ce monde, douée d'une certaine capacité à élaborer, sous la pression de l'expérience, les règles qui

(1) Cf. P. Brunet, *Les physiciens hollandais...*, p. 56.

lui permettront de comprendre ce monde, de l'utiliser pour pouvoir y vivre (1). C'est cette certitude, bien plus qu'un goût exclusif pour le mécanisme cartésien, qui a poussé Fontenelle à exclure de la « vraie » science tous les systèmes abstraits basés sur des notions artificielles dont on ne retrouve l'archétype ni dans l'esprit humain, ni dans les phénomènes naturels : l'attractionnisme d'abord ; mais aussi, et ceci est très significatif, les hypothèses trop aventurées d'un Hartsoeker *(Éloge)* lorsqu'il imagine des « âmes plastiques » préposées au fonctionnement des organes, voire d'un Leibniz *(Éloge)* évoquant des « entéléchies » bien métaphysiques.

***

On pourrait estimer que nos conclusions dépassent un peu la portée des textes sur lesquels nous prétendons les appuyer. En fait, il est aisé de vérifier leur bien-fondé à travers les conceptions « psychologiques » de Fontenelle : car il existe une « Psychologie » fontenellienne (disons mieux, dans le vocabulaire de l'époque, une théorie sur « la nature de l'esprit humain ») ; Psychologie, il est vrai, assez peu connue, parce que très fragmentaire, et dont la tendance générale se résume ainsi (2) :

En cette matière, Fontenelle se situe complexement au carrefour de trois inspirations, celle de saint Thomas d'Aquin (3), celle de l'empirisme lockien, celle de la tradition innéiste cartésienne ; et l'on peut dire en gros qu'il parle le langage empiriste, mais en corrigeant le statisme auquel se condamne Locke (tant qu'il ne réintroduit pas, sous forme de « réflexion », une sorte d'activité interne de l'esprit...) par la notion d'une aptitude, natu-

(1) Nous retrouvons là, d'ailleurs, l'écho authentique du cartésianisme du *Discours de la méthode* (V^e^ Partie) : il existe « certaines lois que Dieu a tellement établies dans la nature et dont il a imprimé de telles notions dans notre âme qu'après y avoir fait assez de réflexions nous ne saurions douter qu'elles ne soient exactement observées dans ce qui est et ce qui se fait dans le monde ».

(2) Cette « Psychologie » comprend : des *Fragments d'un Traité de la raison humaine*, un *Autre Fragment*, une *Loi de la pensée*, des *Rêveries diverses*, et deux morceaux sur *L'instinct* et la *Connaissance de l'esprit humain*, le tout groupé dans le tome IX de l'édition des *Œuvres*, de 1766. Nous avons essayé de donner une interprétation synthétique de ces essais (généralement inachevés et parfois à peine esquissés) dans un ouvrage d'ensemble consacré à *Fontenelle, une philosophie désabusée*, pp. 281 à 303.

(3) Qu'il admirait (« Saint Thomas, dans un autre siècle..., était Descartes », *Éloge* de Marsigli) et dont il utilise parfois le vocabulaire psychologique, parlant par exemple d'idées « expresses ».

relle chez l'homme, à actualiser l'intelligibilité potentielle des choses.

C'est adopter à quelque égard la position conciliatrice de Leibniz : et tout comme ce dernier parle de « vérités nécessaires » et de « vérités contingentes », Fontenelle oppose « axiomes naturels » et « axiomes d'expérience ». Certes, tout « axiome » est d'origine empirique : mais certains (que les hommes sont mortels, par exemple) n'apparaissent pas *nécessaires*, quoique la répétition nous confirme leur valeur universelle ; alors que dans la formation d'autres (que le Tout est plus grand que la partie, par exemple), la nature nous apparaît pour ainsi dire « tout entière » et d'un seul coup (cf. *Autre fragment*, *Loi de la pensée*, et surtout *De la connaissance de l'Esprit humain*) : et c'est même le caractère total et instantané de cette appréhension qui nous fait croire à des axiomes innés.

Et la thèse se précise de façon très curieusement métaphysique dans le *Traité de la raison humaine* : ces « axiomes », universels, sont purement humains ; car Dieu, lui, « n'a point d'idée universelle, son entendement infini embrasse distinctement tous les particuliers ensemble, et n'a pas besoin d'en faire d'extrait ni d'abrégé » ; quant aux animaux (cf. *De l'instinct* ; cf. aussi *H. A.*, 1734, 1739, 1740..., à propos des travaux de Réaumur, Maraldi, du Verney..., sur les insectes), il semble bien qu'ils agissent par intelligence de « particuliers » — mais d'une intelligence qui ne leur appartient pas en propre, d'une « Intelligence infinie qui les fait agir aveuglément sous ses ordres » (*H. A.*, 1739, p. 33 sqq.).

Ainsi, la caractéristique mentale spécifique de l'homme, c'est cette exceptionnelle fonction généralisante qui concentre en un seul acte intellectuel une multitude d'expériences possibles, lui permet donc de saisir certaines structures essentielles et universelles des choses et, du fait même, autorise un savoir valable et une action efficace sur le monde. Connaissance de formes universelles au sein d'un monde de particuliers, elle nous fournit une science « inadéquate » peut-être (comme eût dit Leibniz), mais, par sa capacité généralisante même, ouvrant une extension illimitée à l'activité vitale.

Tel est le dernier mot du providentialisme restreint de Fontenelle ; et c'est sur lui, sans doute, que s'est inflexiblement fondée sa confiance en une science (et elle seule) reposant sur ces « axiomes », ces « principes », ces « premières idées », qui naissent de l'expérience sensible immédiate. Attitude, notons-le enfin, qui ne contredit pas

le Relativisme, ce relativisme qui — depuis l'époque des *Entretiens* — imprègne toute l'œuvre fontenellienne : il est possible, et même probable qu'en d'autres « Mondes » existent des organisations physiologiques, et donc des « intelligences », différentes des nôtres (1). L'Absolu nous est inaccessible — et inaccessible aussi, probablement, à n'importe quelle « race » des cieux : « Il y a un point où elles [les sciences] nous manquent tout à coup ; le reste est pour d'autres Mondes, où quelque chose de ce que nous savons est inconnu » (troisième *Soir*). Mais chacune est, pour ainsi dire, *enfermée* dans ses principes propres de raisonnement et dans *sa* science — qui est adaptée providentiellement à ses conditions d'existence : « car il n'est rien qu'on ne doive présumer de l'adresse de la Nature » (sixième *Soir*) ; et ce « sixième sens » qui, pour Voltaire, contribuerait à *élargir* notre vision du monde (2), apporterait plutôt, selon Fontenelle (troisième *Soir*), un *bouleversement* complet, inimaginable, de notre « Weltanschauung ».

Notre science est *terrestre*, par nature profonde, et ne peut que rester telle — basée sur ses principes essentiels, fonctions de notre constitution d'hommes et auxquels nous ne pouvons d'aucune façon échapper : science « compréhensive » de l'impénétrabilité et de l'impulsion.

***

Il resterait évidemment à se demander maintenant *qui avait raison*, de Fontenelle ou du clan newtonien ?

A notre époque, où la notion d' « âges de l'intelligence » jouit d'une si grande faveur, la réponse ne semble pas faire de doute : l'attitude mentale du Secrétaire de l'Académie ne peut apparaître que naïve, enfantine et périmée ; la science humaine a délibérément choisi la voie, ouverte par Newton, de l'explication symbolique, du pur relationisme ; l'objectif du savant, aujourd'hui, c'est « la cohérence rationnelle, qui en vient à supplanter en force de conviction la cohésion de l'expérience sensible » (3), et il a définitivement

(1) « ... Qui pourrait pousser jusqu'à la Lune, assurément ce ne seraient plus des Hommes qu'on y trouverait » (deuxième *Soir*) ; dans tel monde, « le raisonnement se forme entièrement par l'expérience, ailleurs, l'expérience y ajoute fort peu de chose » (troisième *Soir*).

(2) D'où un argument pour l'attractionnisme : « Un très petit nombre de sens que Dieu nous a donnés nous sert à découvrir un très petit nombre de propriétés de la nature. Le raisonnement supplée aux sens qui nous manquent et nous apprend que la matière a d'autres attributs, comme l'attraction » (*Élémens*, p. 186).

(3) G. Bachelard, dans *Recherches philosophiques*, p. 58.

remplacé l'idéal mécaniste ancien d' « éclairer l'inconnu en projetant sur lui les lumières du connu » (1).

A vrai dire, une discussion sur ce thème n'est plus du ressort de l'Histoire des sciences. Mais il est au moins possible de souligner, en conclusion, que le problème n'est peut-être pas si aisé à résoudre :

Pour appuyer sa « Philosophie de la Connaissance », Fontenelle ne pouvait avoir recours qu'à un Dieu (ou Nature) providentiel ; et l'argument n'aurait plus, actuellement, valeur convaincante pour tout le monde. Sans doute le verrait-on, de nos jours, faire plutôt appel à ces thèses évolutionnistes qui devaient naître un siècle après lui : et sans doute s'attacherait-il à montrer, avec quelque apparence de logique, qu'accepter l'idée d'un lent processus conduisant de l' « homogénéité indifférenciée » spencerienne au cerveau humain et à son activité créatrice intellectuelle implique nécessairement la croyance en une certaine communauté de nature entre l'univers matériel et l'esprit qui construit la science ; et que, donc, toute théorie scientifique (Relativité, microphysique...) nous donnant du monde une représentation intuitivement « incompréhensible » ne peut être considérée que comme construction artificielle et sans valeur ontologique réelle.

François Grégoire.

(1) A. Rey, *La théorie de la physique*, p. 239.

Le dromadaire dans l'Ancien Orient

Des points de vue très différents ont été exprimés quant à la première apparition du dromadaire en Afrique : Sayce (1895) suggéra que l'époque de la conquête arabe, en d'autres termes le VII^e siècle, fut la période d'introduction du chameau en Égypte. Mueller (1899) estimait que le chameau était connu à l'époque romaine, tandis que Skinner (1910) le situait un peu plus tôt, disant que le chameau n'était pas plus représenté que nommé sur les monuments avant la période grecque. Erman (1885-1887), lui aussi, fixait la toute première apparition incontestable de cet animal à la période grecque. Suivant Hitti (1943), le chameau fut amené en Égypte avec la conquête assyrienne au VII^e siècle av. J.-C., et en Afrique du Nord avec l'invasion musulmane au VII^e siècle après J.-C.. Murray (1935) écrit que le chameau semble avoir été introduit en Afrique par les Perses aux environs de 525 av. J.-C., et qu'il fallut plusieurs siècles aux bédouins d'Afrique pour comprendre et utiliser toute sa valeur militaire.

Le chameau n'est peint sur aucun temple ni sur aucun mur des palais de l'ancienne Égypte ; il n'est pas non plus représenté parmi les animaux domestiques des habitants vaincus de la vallée du Nil, ni sur les monuments célébrant l'expédition égyptienne d'Assourbanipal (668-626 av. J.-C.). De plus, tous les anciens historiens et les premiers explorateurs de l'Asie et de l'Afrique font allusion au chameau en Arabie, en Syrie, en Mésopotamie ou en Iran, mais ne mentionnent pas cet animal dans leurs récits sur l'Afrique du Nord et sur ses déserts. Aussi Desmoulins déduit-il que si le chameau avait vécu là-bas il aurait été tout à fait impossible de l'ignorer aussi complètement.

Cependant le chameau était certainement connu en Égypte à une période très ancienne, comme en témoignent plusieurs types de poteries des époques prédynastiques et protodynastiques. A Maadi une poterie en forme de tête de chameau fut trouvée dans

des strates datant de la période prédynastique (Robinson, 1936). Un chameau portant un homme sur son dos et conduit par un autre personnage est représenté sur une tablette en terre cuite provenant d'une nécropole prédynastique du nord de Gurna, (Keimer, 1929). A Hierakonpolis, une tête de chameau en terre cuite de la Ire dynastie fut déterrée par Quibell qui la décrivit par erreur comme une tête d'âne. Dans une tombe mégalithique à Abusir-el-Meleq, au sud de Giza, Mœller (1906) trouva une petite figurine de pierre calcaire jaune représentant un chameau agenouillé, dont le dos avait la forme d'un vaisseau (fig. 1).

Childe (1935), faisant allusion aux œuvres d'art mésopotamiennes représentant plusieurs animaux nouveaux, notamment le lion, le babouin, le scorpion et la colombe, qu'on commençait à voir sous forme de pendentifs, d'amulettes et de jetons au cours de la période protodynastique d'Égypte, fait une exception en faveur du chameau :

> Le chameau d'Abusir-el-Meleq, dit-il, est cependant très énigmatique et il descend peut-être d'une race hypothétique du Pléistocène d'Afrique du Nord.

Hahn, d'autre part, proclame qu'il est maintenant établi que cette silhouette est d'origine orientale (Ebert, 1924-1932).

Au cours des fouilles effectuées dans des plâtrières au nord de la zone du Fayoum, Caton Thompson (1934) trouva une corde en poils, à deux torons de plus de 0 m. 90 de long. Cette corde fut découverte à une profondeur de 0 m. 60 dans un dépôt de 1 m. 20 vierge et culturellement homogène, fait d'une poudre de gypse consolidée, datée par les poteries de la IIIe ou, au plus tard, du début de la IVe dynastie. La corde fut examinée par M. A. C. Hinton du Muséum d'Histoire Naturelle de Londres dont le rapport s'exprime comme suit :

> J'ai fait une étude attentive microscopique du poil et je l'ai comparé aux poils de beaucoup de mammifères récents. Les poils anciens sont, en ce qui concerne la surface extérieure, quelque peu désintégrés ; mais, compte tenu de ce fait, correspondent parfaitement à ceux du chameau et présentent des différences plus ou moins importantes par rapport à ceux de tous des autres animaux avec lesquels on les a comparés. Ceux-ci comprenaient entre autres, des bœufs, des moutons, des chèvres, des chevaux, des ânes et l'homme. En utilisant la lumière ordinaire, aussi bien que la lumière polarisée, on reconnut qu'il s'agissait du chameau. Je pense donc

que l'on peut dire avec certitude que la corde était faite de poils de chameau.

A Byblos, sur la côte syrienne, on déterra un vase de style égyptien en forme de chameau, un couteau de silex, une palette thériomorphique d'une époque plus récente, et d'autres articles provenant indubitablement d'Égypte, ce qui donne une preuve directe des relations protodynastiques entre l'Égypte et la Syrie du Nord (Childe, 1935). On pense que ce vase provient d'une colonie égyptienne établie à Byblos au temps des premières dynasties, mais ce n'est pas un indice certain de la domestication du chameau, car les jarres thériomorfiques de cette époque représentaient fréquemment des animaux sauvages.

Les figurines de terre glaise de Chypre décrites par le général di Cesnola, ont été attribuées à l'âge néolithique mais pourraient actuellement appartenir à une période plus tardive (fig. 2). Le chameau est représenté aussi sur une tombe cypriote de l'âge du Bronze moyen (Gjerstad, 1926). Par surcroît, des fragments d'ossements de l'animal ont été trouvés dans l'île (Hilzheimer, 1926). Il est possible que l'origine des figurines de terre glaise soit la même que celle du vase trouvé à Byblos, au cours des fouilles françaises, car il existe des preuves évidentes de relations fort anciennes entre l'Égypte et Chypre. D'autre part, les fragments d'os de chameau peuvent provenir d'importations d'une date considérablement plus tardive, quand l'influence sémite se fit sentir dans l'île. Antonius (1922) fait cette remarque significative sur l'âge de ces ossements :

> A cause de la superficialité notoire des premières fouilles faites à Chypre, des doutes sur l'ancienneté sont possibles.

L'influence sémitique à Chypre continua à se faire sentir jusqu'à ce que le chameau devînt une bête de somme commune sur le rivage oriental de la Méditerranée.

Budge rapportait en 1906 qu'il avait vu des figurines de chameaux excavées à Abydos (Robinson, 1936) ; celles-ci pourraient être identiques aux premiers pétroglyphes dynastiques en forme de têtes de chameaux trouvés par Petrie au même endroit. Schweinfurth (1912) décrit une gravure rupestre représentant un chameau d'Assouan. L'animal est conduit par un homme, et le dessin est accompagné de caractères hiératiques le rattachant à la VI^{e} dynastie (fig. 3). Free (1944) écrit que l'identité de la technique de l'ins-

cription et du dessin implique une connaissance du chameau au cours de la période 2400-2200, tandis que Hilzheimer (1926) hésite à affirmer que le dessin et le texte soient liés et contemporains. Il est à noter qu'en un coin de la même face du rocher les cinq premiers mots du Coran sont répétés trois fois dans des lignes différentes au-dessus de cinq noms arabes.

Le dessin rupestre d'un chameau trouvé parmi d'autres graffiti à Wadi Hammamat remonte, d'après Golenicheff (1887), à la XI[e] dynastie. Petrie (1892) mentionne des dessins rupestres comprenant des silhouettes de chameaux près de Gebel Silsileh datant de la XVIII[e] dynastie. En 1935, le crâne d'un chameau datant d'une période située entre 2000 et 1400 av. J.-C., fut trouvé dans le Fayoum (Little, 1935-1936). Bisson de La Roque (1929) signale une figurine de chameau du Nouvel Empire déterrée à Medamoud ; celle-ci semble être identique à la petite statuette de chameau, qui se trouve au Louvre, et qui date de la période amarnienne (environ 1400 av. J.-C.) (Free, 1944). D'après Ménégaux, le chameau est mentionné dans le papyrus Anastasi du XIV[e] siècle av. J.-C., mais cette affirmation a été depuis réfutée comme étant due à une mauvaise lecture du texte. Il ne fait cependant pas de doute qu'on mentionne le chameau dans *Les voyages d'un Égyptien*, papyrus de la XIX[e] dynastie, où nous trouvons, à propos de l'animal, le mot sémite sous la forme « Kamail ».

La poterie, grossièrement exécutée, d'une silhouette de chameau chargé de cruches d'eau, trouvée dans une tombe de la XIX[e] dynastie (XIII[e] s. av. J.-C.), à Giza-Rifeh, est décrite comme tout à fait différente des silhouettes romaines de chameaux qui étaient moulées tandis que les cruches sont du style de la XVIII[e] ou XIX[e] dynastie et non de la forme utilisée à l'époque grecque ou romaine. Petrie (1907) fait remarquer que ceci indique que l'animal était suffisamment commun au temps de Ramsès pour être utilisé comme bête de somme. Von Bissing (1900) rattache à la même époque une figurine vitrée représentant un chameau qui porte des jarres colorées, et qui fut trouvée à Benha.

Finalement au VII[e] siècle av. J.-C. une inscription d'Esarhaddon (681-668 av. J.-C.), raconte comment les rois d'Arabie lui fournirent des chameaux pour transporter de l'eau utilisée par son armée dans sa campagne en Égypte (Breasted, 1906).

Ces mentions du chameau en Égypte, s'étendant sur une période de plus de deux mille cinq cents ans, montrent que Robinson (1936)

se trompe lorsqu'il affirme : « Qu'une espèce de chameau, probablement le dromadaire, vivait sur les frontières d'Égypte à la période prédynastique et disparut entièrement de la connaissance des Égyptiens après la IIIe ou peut-être la VIe dynastie. » En réalité le chameau fut connu en Égypte à presque chaque période essentielle de son histoire. Mais il semble qu'il était très rare, et des décades. peut-être même des siècles, ont pu s'écouler durant la longue période qui va de la première apparition de cet animal vers la fin du IVe millénaire, jusqu'à son emploi général aux temps gréco-romains, sans qu'il soit apparu dans la vallée du Nil.

Les chameaux sauvages semblent avoir été connus jusqu'aux époques néolithiques et chalcolithiques ; on en trouve des représentations sur les falaises qui bordent la vallée du Nil (Albright, 1949). La statuette d'un chameau agenouillé, remarquable par son dos arqué et l'absence de bosse, datant de la période préhistorique de l'Égypte, peut représenter la bête sauvage (fig. 4). Des chameaux sauvages se rencontrent aussi le long du littoral nord-africain, de la Tunisie au Maroc. Les fossiles d'un chameau sauvage de Wadi Seguen, près de Sétif en Algérie, ont été décrits par Pomel sous le nom de *Camelus thomasi*. Des mâchoires fossilisées, des dents et des fragments d'os des jambes de ce chameau, ont été également retrouvés en plusieurs autres points d'Algérie, à l'abri d'un rocher à Fort-de-l'Eau, dans une caverne à Saïda, au Grand Rocher, à Ternife et à Mustapha. Mais, sans doute à cause du changement du climat, le chameau ne semble pas avoir survécu en Afrique du Nord avant l'époque de sa domestication ; et la corde en poils de chameau du nord du Fayoum, aussi bien que le chameau dont le crâne y a été retrouvé, doivent avoir été introduits en Afrique par les premiers marchands ou immigrants d'Arabie, tandis que les tablettes, statuettes et gravures rupestres des époques prédynastiques et dynastiques tirent sans doute leurs prototypes, non d'une race sauvage d'Afrique du Nord, mais du chameau du désert d'Arabie, désert si étroitement réuni à la vallée du Nil par les détroits de Suez et de Bab el Mandeb. La remarque de Petrie (1923), selon laquelle le chameau semble avoir toujours existé sur les frontières égyptiennes, est significative. Car, selon Strabon, Diodorus Siculus et Agatharchides, le tuteur de Ptolémée X (170-100 av. J.-C.), des chameaux sauvages existaient encore en Arabie à leur époque, (Leese, 1927). Aux époques néolithique et chalcolithique, ils erraient dans le désert de Transjordanie où l'on trouve leurs traces

à Kilwa (Albright, 1949). A Sha'ar Hagolan, près de la rivière Yarmuk, on a trouvé des ossements de chameau dans des couches néolithiques datant d'environ 7000 av. J.-C. d'après Stekelis (1951), et de 5000 av. J.-C. d'après d'autres ; ils étaient mélangés à des ossements de sanglier, de gazelle et d'oiseaux, broyés pour en extraire la moelle. En 1951, un crâne de chameau fut trouvé par P. Solomonica et M. Stekelis dans des sables pléistocènes à Richpon, en Israël. Aux temps préhistoriques et au début de la période historique, l'habitat du dromadaire a dû s'étendre jusqu'au Néguev et la péninsule du Sinaï, d'où des troupeaux errants ou des individus isolés, sauvages et domestiques, peuvent avoir sporadiquement trouvé un chemin en direction des rives orientales du Delta.

Mais le problème ne s'achève pas ici. Même en prétendant que le crâne de chameau et la corde du Fayoum venaient d'Arabie, et que les sculptures gravées de Maadi, la nécropole de Gurna, celles de Abusir-el-Meleq, d'Hierakonpolis, d'Abydos, de Médamoud, de Benha, de Byblos et peut-être même de Chypre, étaient faites d'après des originaux qui avaient atteint l'Égypte ou vivants, ou en argile, la question de savoir pourquoi le chameau ne fut pas généralement utilisé par le peuple de la vallée du Nil pendant une période de plus de deux millénaires et demi se pose, alors que ces animaux n'étaient certainement pas inconnus d'eux. Les premiers livres de l'Ancien Testament font constamment allusion au chameau en Palestine et en Mésopotamie, et en parlent comme d'un animal que l'on monte et qui sert à porter les bagages. Les relations entre les habitants de la région du Nil et leurs voisins de l'est étaient étendues durant cette période ; elles l'étaient, en fait, pendant au moins deux mille ans avant l'invasion de la Palestine par les tribus hébraïques. Les premiers Pharaons avaient l'habitude d'envoyer leurs armées protéger des expéditions d'exploitations de mines de cuivre au Sinaï, et on les a peints sur le roc « battant » le bédouin. Il ne peut donc être mis en doute que le chameau doit avoir atteint la vallée du Nil au moins occasionnellement. Ceci pourrait difficilement être discuté, même s'il y avait une plus grande lacune dans les anciennes allusions faites à l'animal en Égypte que la lacune dont nous avons connaissance.

Murray (1935) pense que la raison de l'absence du chameau dans l'ancienne civilisation de la vallée du Nil, était d'ordre matériel, à savoir la non-convenance de la Moyenne et la Basse-Égypte pour les chameaux. Même de nos jours les chameaux n'existent pas dans

les oasis de Bahariya et de Siva ; et une mouche venimeuse, qui a besoin d'eau stagnante pour se multiplier, provoque une grande mortalité parmi eux dans la Moyenne-Égypte et le Delta. Jusqu'à présent la Basse-Égypte demeure si malsaine que sa population de chameaux demande à être constamment renouvelée par la Haute-Égypte et la Libye. Aux temps anciens, alors que le pays était plus marécageux, l'impossibilité d'élever des chameaux dans la Basse-Égypte peut avoir provoqué un véritable obstacle à leur entrée en Afrique. Cependant, tenter d'expliquer l'absence de chameaux dans l'économie primitive de la vallée du Nil pour des raisons climatiques ou économiques, telles qu'une mortalité élevée près des marécages et le long des rivières, ou l'inutilité de l'animal pour une population agricole sédentaire, n'est pas tout à fait satisfaisant. Car le Nil n'est bordé que d'une étroite bande de terre cultivée, flanquée des deux côtés par le désert, milieu le plus approprié qui soit pour le chameau. Et la sécheresse du pays n'est pas récente, mais a commencé bien avant la conquête dynastique. Nous savons par les gravures rupestres du désert du Sahara qu'avant que le chameau devienne commun comme animal domestique les seuls moyens qu'avaient les Berbères pour se déplacer d'un oasis à un autre dans le désert étaient les bœufs (Johnston, 1906).

O. Keller (1909) prétend que le chameau peut avoir été un animal typhonique dédié à Set (Typhon), personnification du mal, et que cela peut être la raison pour laquelle il n'était ni élevé ni dépeint par les Égyptiens. Ce phénomène ne se soutient pas seul ; il est mis en parallèle avec le cheval considéré comme sacré par les peuples de la zone verdoyante du nord, mais rejeté par les premiers envahisseurs sémites de Mésopotamie et de Palestine. Mais cette suggestion ne peut pas non plus être considérée comme entièrement satisfaisante. Car, comme Antonius (1922) l'a fait remarquer, l'âne et le cochon étaient aussi des animaux typhoniques ; malgré cela l'âne fut fréquemment représenté sur les tombes et les temples, et le cochon au moins occasionnellement ; et quant à l'aardvark *(Orycteropus)*, symbole de Set, il était même porté comme amulette. Le chameau, d'autre part, ne joue aucun rôle dans la mythologie égyptienne et n'est jamais représenté sur les murs des tombes.

On pourrait dire que les premières figurations du chameau en Égypte et en Asie occidentale représentent des bêtes sauvages et non apprivoisées et que la corde en poils de chameau du Fayoum provenait d'un chameau sauvage de la péninsule d'Arabie. Avec

l'extinction progressive de la bête sauvage et sa restriction à l'intérieur du désert d'Arabie, la connaissance de l'animal aurait pu en conséquence disparaître de la vallée du Nil, tout comme la première connaissance de *Elephas africanus*, *Giraffa camelopardalis*, *Oryx lemoryx*, *Dama schaeferi* et *Bos opisthonomus*, fut perdue plus tard en Égypte. Mais cette suggestion est infirmée par la tablette prédynastique de terre cuite de la nécropole au nord de Gurna, qui montre un chameau portant un homme à califourchon, et conduit par un autre homme muni d'une corde. Elle est infirmée aussi par le chameau de bât agenouillé protodynastique d'Abusir-el-Meleq, le dessin sur roc d'Assouan, la figurine de Benha représentant un chameau portant des jarres d'eau peintes de la période de Ramsès, et le crâne du Fayoum ; tout ceci indique des chameaux domestiques. Ces représentations anciennes de la bête domestique infirment aussi la croyance d'Albright (1949) selon laquelle le chameau fut lentement domestiqué durant le second millénaire et que notre plus ancienne certitude de la domestication du chameau ne peut pas précéder la fin du XII^e^ siècle av. J.-C.

Il apparaîtrait donc que le chameau domestique fut occasionnellement emmené d'Arabie en Afrique à partir d'une période prédynastique ultérieure, qu'il n'y était pas connu ni généralement utilisé jusqu'aux temps gréco-romains, et que la lacune de plus d'un demi-millénaire dans son emploi en Asie occidentale et dans le nord-est de l'Afrique était dû à un facteur économique : l'introduction relativement tardive du nomadisme et du commerce par caravanes de chameaux en Afrique. Le fait que le chameau domestique était employé en Asie occidentale depuis tellement longtemps avant son emploi généralisé en Égypte où, comme le mentionne Hilzheimer (1916) il fut d'abord utilisé pour la parade, va de pair avec le bronze et le char qui firent leur apparition en Égypte un millénaire et demi après qu'ils furent connus en Asie occidentale (Clark, 1946).

Les Somalis et d'autres tribus du désert du Nord-Est africain semblent avoir connu le chameau longtemps avant que les Égyptiens adoptent finalement cette bête étrange. Mais il est douteux que la supposition de Forde (1934), selon laquelle les chameaux domestiques étaient déjà communs en Égypte au commencement du Moyen Empire, soit justifiée. Dans la Haute-Égypte méridionale, le chameau fit son apparition au temps des Blémyens. Les Blémyens habitèrent le désert durant la période gréco-romaine copte,

succédant aux habitants hamitiques montagnards autochtones qui avaient vécu dans le désert pendant plusieurs milliers d'années avant eux ; ils furent eux-mêmes suivis par les Bega au Moyen Age et par les Ababdes et les Bicharins dans les temps modernes. L'apparition du chameau signifie une révolution économique, déterminant l'accroissement d'une population vigoureuse et de nombreuses œuvres d'art dans le désert.

Il semble que la joie d'apprivoiser, de dompter et de monter ce géant vigoureux remplissait les habitants du désert du sentiment de leur pouvoir et d'un esprit aventurier et guerrier. Dans toutes les gravures rupestres antérieures la paix règne. Dans les peintures des propriétaires de chameaux, Blémyens et Arabes, tout est guerre (Winckler, 1938-1939).

Les Blémyens laissèrent leurs traces souvent accompagnées d'inscriptions grecques et de signes blémyens, tout autour du désert oriental sur les rochers. Selon Winkler (1938-1939), il y a une différence nette entre le dessin rupestre fait par un Blémyen et celui exécuté par un Arabe : si un chameau dessiné par un Arabe ressemble à un jouet en bois, ce chameau dessiné par un Blémyen ressemble à un jouet en cire ou en boue.

Les dessins rupestres de chameaux des Blémyens et des Arabes de la Haute-Égypte méridionale, sont contemporains des gravures rupestres primitives de chameaux à une bosse de l'Oued-Mokattib, péninsule du Sinaï, considérée comme étant l'œuvre des Nabatéens (Duerst, 1905).

Ce fut probablement par les Blémyens au sud, et par la conquête assyrienne ou persane au nord, que le chameau fut introduit en Égypte pour le travail au désert. D'après les écrits d'Hérodote, il est évident que les Perses avaient l'habitude d'utiliser les chameaux à des fins militaires dès les temps les plus anciens (Leese, 1927). En 557 av. J.-C., à la bataille de Sardis, la cavalerie lydienne fut désorganisée par les chameaux de bât que Cyrus avait placés à l'avant-garde de son armée avec pour mission d'effrayer les chevaux des ennemis. Les Arabes de l'armée de Xerxès qui envahirent la Grèce en 480 av. J.-C. avaient tous des chameaux. Selon l'historien romain Quintus Curtius Rufus, l'expédition d'Alexandre au temple d'Amon dans l'oasis de Siva en 332 av. J.-C., fut réussie avec l'aide des chameaux ramenés d'Asie occidentale. Le chameau est représenté sur la monnaie de Cyrénaïque (Lollius) au 1er siècle av. J.-C. (Flamand, 1907). Une petite figurine de bronze représentant un cha-

meau portant un bât et qui fut trouvée sur la tombe du prince Arikharer (25-15 av. J.-C.) à Meroe au Soudan anglo-égyptien, date de la même époque (Lucas, 1948). Les Romains employaient des escadrons de chameaux pour servir à la reconnaissance et au courrier. Le roi Juba de Numidie, qui combattit aux côtés de Pompée contre César, semble avoir été le premier à employer des chameaux dans une bataille sur le sol africain. Dans la bataille de Thapsus en 46 av. J.-C., 24 chameaux tombèrent aux mains des Romains victorieux (Reinhardt, 1912). Selon Strabon, les chameaux furent ensuite employés pour le commerce routier de Bérénice et Myus Hormus, sur la mer Rouge, à Koptos, voie ouverte par Ptolémée Philadelphe de manière à faciliter le passage des marchandises de l'Inde et de l'Arabie jusqu'à Alexandrie. Ce ne fut cependant pas avant le IIIe ou IVe siècle de notre ère, que le chameau passa en nombre important à travers le Nil jusqu'à la grande étendue d'Afrique du Nord. La première mention sur le chameau de somme à l'ouest du Nil est due à Ammianus Mercellinus, qui fait allusion à la présence de l'animal à Tripoli en 370 ap. J.-C. Quand les Vandales envahirent l'Afrique en 439 ap. J.-C., ils trouvèrent les tribus nomades des montagnes de l'Atlas en possession de nombreux troupeaux de chameaux. Mais la plus grande impulsion de l'extension du chameau à travers les déserts de la Haute-Égypte et du Sahara, fut donnée par la conquête de l'Égypte par ʿAmr ibn al As de 639 à 641, et par les grandes invasions du XIe siècle, particulièrement celles des Beni Hillal et des tribus apparentées, qui, en 1048, furent lancées par le Vizir du Calife Fatimid Mustansir contre les vassaux les plus orthodoxes de son maître en Afrique du Nord. Chaque homme fut doté d'un chameau et on lui donna une pièce d'or, la seule condition étant qu'il devait s'établir dans l'ouest. En quelques années les envahisseurs avaient envahi la Cyrénaïque, Tripoli et Kairouan, les Beni Hillal s'établissant pour la plupart à Tripoli et à Tunis tandis que leurs frères se pressaient vers l'ouest jusqu'au Maroc (Seligman, 1930).

Basset (1907), qui fait autorité en matière de langues berbères, pense que le mot qu'employaient les Berbères pour désigner le chameau est dérivé d'un mot arabe. Il en conclut, sans doute par erreur, que les Berbères ne connaissaient pas le chameau avant qu'il fût introduit dans leur pays par les Arabes sous ʿAbd Allah ben Abi Sarh ou ʿOqbah ben Nafi.

En Asie, la zone de distribution attribuée au chameau à une

bosse s'étend de l'Arabie à l'Asie mineure par la Palestine et la Syrie, et de là à l'est vers l'Irak, l'Iran, le Turkestan jusqu'à Khiva et la mer d'Aral, le Baloutchistan, l'Afghanistan du Sud et les Indes.

Les premières allusions au chameau domestique en Asie (en dehors de celles de Byblos et de Chypre déjà mentionnées) se rencontrent en des emplacements très divers. Sur une stèle exhumée à Tell Halaf dans le Khabur supérieur on voit un chameau monté par un homme, assis sur la bosse comme sur une chaise, conduisant l'animal avec un bâton et une bride (fig. 8). Par ses vêtements et ses traits, le chamelier ressemble aux cavaliers représentés sur d'autres stèles de Tell Halaf, indiquant qu'il ne s'agit pas d'un étranger sur une bête étrangère. L'emplacement doit dater de cinq siècles après l'an 1200 av. J.-C., en grande partie du IX^e^ et du VIII^e^ siècles (Bittel, 1949). Von Oppenheim (1931) a sûrement fait erreur en datant Tell Halaf d'une époque beaucoup plus ancienne. En faveur des arguments contre une date plus ancienne se trouve le fait que lorsqu'ils envahirent la vallée du Nil, les Hysksos introduisirent le cheval en Afrique, mais n'introduisirent pas le chameau en Égypte ; cependant, s'ils avaient possédé ce dernier, ils l'auraient sans aucun doute emmené avec eux. Le chameau est également représenté sur des peintures rupestres à Demir Kapu, dans la Mésopotamie du Nord (Wiesner, 1939), que l'on considère comme contemporaines de Tell Halaf.

A Anâu, dans le Turkestan, on ne trouve pas d'ossements de chameau avant la troisième période et même alors ils ne sont qu'en très petit nombre. Cette période, qui est à proprement parler celle du cuivre, date, d'après Pumpelly, de 5200 à 2200 av. J.-C., d'après Christian de 4000 à 2500, et d'après Schmidt de 1500 à 1000 av. J.-C. Un cachet en pierre trouvé parmi des débris de cette époque date du commencement du second millénaire av. J.-C. Mais le chameau ne fut probablement pas introduit à Anâu avant l'an 1000 av. J.-C. Le fait qu'il n'ait pas été domestiqué par les Anâu-li eux-mêmes à partir d'un chameau sauvage indigène est indiqué par deux points : d'abord l'absence d'os de chameau durant les première et seconde périodes d'Anâu, cette première période représentant, suivant Duerst (1908), une civilisation de chasse, et la seconde une civilisation pastorale ; ensuite, la petite proportion d'ossements de chameau (5 %) durant l'âge de cuivre.

Considérant les espèces de chameaux d'Anâu, Duerst (1908)

remarque : « Il est impossible de déterminer exactement l'espèce à laquelle le chameau d'Anâu appartenait ; mais des raisons et des considérations historiques rendent probable le fait qu'il appartenait à la race bactriane de chameau, et par conséquent qu'il avait deux bosses. Ceci, cependant, n'est que notre opinion personnelle, car les différences entre le squelette du dromadaire à une bosse et du chameau de Bactriane à deux bosses sont très légères et invisibles dans les ossements bien conservés du Kurgan. »

Il y a néanmoins un facteur qui rend contestable la suggestion de Duerst : le chameau fut introduit à Anâu en même temps que la chèvre et une race de moutons sans cornes, animaux provenant du sud. Duerst lui-même le confirme dans ses remarques finales sur les animaux domestiques d'Anâu quand il dit : « Les importations plus tardives du Sud, comme la chèvre et le chameau, ont continué à être utiles jusqu'aux habitants actuels. » Si le chameau d'Anâu venait du sud, et il ne semble pas y avoir de controverse sur ce point, il doit venir, des étendues de répartition générale, non de l'espèce bactriane, mais de celle à une bosse. Jusqu'à aujourd'hui, l'étendue de répartition du dromadaire comprend Anâu, et s'étend au delà en direction du nord jusqu'au rivage de la mer d'Aral. Pour cette raison, le chameau d'Anâu peut avoir appartenu à l'espèce arabe.

L'évidence anatomique, comme l'admet Duerst (1908), est problématique. La comparaison des mesures de la seconde phalange et la quatrième vertèbre cervicale du chameau d'Anâu avec les mesures des mêmes os d'un chameau de Bactriane adulte montre que le chameau d'Anâu est beaucoup plus grand que celui de Bactriane. Mais il est contestable que ceci puisse être retenu comme indication d'une distinction spécifique. Généralement, le chameau de Bactriane est plus trapu que l'Arabe, et de pattes plus courtes. Klatt (1927), de son côté, impute quelques-unes des différences crâniennes entre *Camelus bactrianus* et *Camelus dromedarius*, telles que le neurocrâne relativement plus grand et plus voûté, le moindre développement du bord occipital de ce dernier, à la taille inférieure du dromadaire. Cependant, les degrés de variabilité considérables dans la taille du corps, démontrés par différentes races et individus de dromadaires, ne permettent pas, en ce qui concerne l'espèce d'Anâu, les déductions aussi audacieuses, étant donné le petit nombre d'ossements trouvés dans le Kurgan.

Ceci peut être aussi vrai en ce qui concerne la vertèbre cervicale

d'un jeune chameau exhumé à Shah Tepé (1), de strates dont l'époque a été approximativement fixée de 3000 à 2500 av. J.-C. A cause de sa taille relativement grande, Amschler (1940) pense que la vertèbre provient d'un chameau de Bactriane domestiqué. Mais cette affirmation manque plutôt de poids quand on pense que pas un chameau sauvage, parmi ceux dont le chameau de Shah Tepé aurait pu provenir, ne fut trouvé à Anâu, à une courte distance à l'est de Shah Tepé, et que le chameau d'Anâu lui-même fut introduit non par le nord ou par l'est, mais par le sud. Il est significatif que les mandibules d'un âne domestique, distinct de *Equus hemippus* et de *Equus onager*, furent trouvées à Shah Tepé dans des strates de la même période que celles où fut trouvée la vertèbre du chameau. L'âne, sans aucun doute, venait du sud.

Une figurine mutilée en argile, qui provenait de l'enceinte du ziggurat d'Anu, à Uruk, assignée à la période al'Ubaid, a été identifiée par Hilzheimer (1936) comme étant celle d'un dromadaire. A Lagash, une amulette en cuivre en forme de chameau à une bosse a été exhumée d'une couche de Sargonide (Van Buren, 1939). Une plaque du niveau de Ur III, à Tell Asmar, datant de la III^{e} dynastie d'Ur, montre un cavalier montant un animal à propos duquel, comme Frankfort, Lloyd et Jacobsen (1940) écrivent : « On aimerait à y découvrir un chameau, si ce n'était le fait que l'emploi du chameau en Mésopotamie reste non prouvé. » La figurine en argile du dromadaire de Nippur est d'une époque plus tardive.

Le point le plus à l'est de l'Asie préhistorique d'où ont été rapportés des restes de chameau domestique, est Mohenjo-daro dans la vallée de l'Indus, où la portion la plus basse, comprenant la cavité glénoïde d'une omoplate gauche de chameau a été déterrée d'une fosse de 15 pieds de profondeur, « laissant peu de doutes sur le fait qu'il était connu au temps de la période intermédiaire » (Marshall, 1931-1932). Comme les strates supérieures de Mohenjo-daro sont contemporaines des strates inférieures de la Première Période dynastique de Babylone (environ 2550 av. J.-C.), tandis que les strates plus basses mises à jour, où il est difficile de distinguer les objets trouvés d'avec ceux des couches plus récentes, pourraient à peine antidater les premières de plus de cinq cents ans, et peut-être seulement de trois cents (Mackay, 1935), l'omoplate de chameau

(1) Shah Tepé se trouve dans la steppe de Turkménie, dans l'Iran septentrional, à l'est de la mer Caspienne et au sud du fleuve Atrek.

devrait dater d'environ 2800 av. J.-C. C'est la seule trace du chameau à Mohenjo-daro, et, considérant le premier moment de son apparition, on peut difficilement l'admettre comme preuve certaine que le chameau domestique fut connu des anciens habitants de la vallée de l'Indus. Mackay (1935) exprime en définitive un point de vue négatif :

> Il n'y a pas de preuve, dit-il, que l'existence du chameau était même connue du peuple de la vallée de l'Indus.

En se basant sur un si faible témoignage, il semble futile de soulever la question de l'espèce à laquelle pouvaient avoir appartenu les restes du chameau de Mohenjo-daro. Mais le colonel Sewell écrit :

> Une comparaison de ce fragment avec la partie correspondante d'un squelette de chameau récent de la collection du Zoological Survey de l'Inde ne laisse aucun doute quant à son identité. Il est intéressant de noter que jusqu'à présent c'est le seul exemple de vestiges de cet animal, si commun actuellement dans le Sind.

Et plus loin :

> Les animaux domestiques étaient nombreux. Ceux dont les restes ont été découverts actuellement sous forme de squelette, parmi les ruines préhistoriques, sont le « taureau à bosse » indien, ou « zébu » *(Bos indicus)*, le buffle *(Bos bubalus)*, le mouton, l'éléphant *(Elephas maximus)*, le chameau *(Camelus dromedarius)*, le cochon *(Sus cristatus)* et la poule *(Gallus sp.)*, quoiqu'il ne soit pas certain que ces deux derniers soient domestiques ou sauvages. (Marshall, 1931-32.)

On doit mentionner qu'à l'heure actuelle on ne trouve aux Indes que le chameau à une bosse, mais par la seule comparaison de la partie inférieure d'une omoplate, peu de naturalistes se seraient sentis en droit de conclure à une identité ou à une distinction spécifique.

Le petit nombre de traces de chameaux dans l'ancienne Mésopotamie et l'incertitude quand à la date du fragment d'omoplate de Mohenjo-daro ; les allusions fréquentes, dans les tablettes cappadociennes et dans celles de Mari du XVIII^e^ siècle, aux caravanes d'ânes mais jamais aux caravanes de chameaux ; l'absence de chameau dans l'armée des Hyksos et le silence du Code d'Hammourabi et d'autres vestiges contemporains babyloniens sur cet animal, rendent incertain si l'arrivée du chameau à Tell Halaf, à Demir Kapu et à Anâu, ne remonte pas au début de la seconde migration

sémitique, communément décrite comme chanaéenne, et qui se situe entre 2300 et 1500 av. J.-C. Cette migration, ainsi que le déferlement ultérieur des peuples sémites d'Arabie, fut provoquée par la sécheresse et la surpopulation du désert. Elle fit son chemin jusqu'à la terre de Canaan et la Babylonie ; elle pénétra vers le nord au delà des premières collines dans la partie moyenne du bassin du Tigre, et y plaça les fondements d'un autre état sémite qui, par la suite, devint fameux sous le nom d'Assyrie. Elle atteignit la contrée accidentée du Harran entre le Khabour et l'Euphrate ; et elle semble avoir atteint l'Égypte, même si ce ne fut que par des groupes petits et occasionnels (Myres, 1933).

Ce fut apparemment la troisième vague sémite, connue comme migration araméenne, qui amena le chameau vers le nord au delà de la Palestine et de la Syrie. Ce mouvement commença peu après l'expulsion des Hyksos du Delta et de la Palestine du Sud, qui semble avoir créé une situation extrêmement troublée dans les oasis centrales des déserts arabes (Smith, 1928). La première progression des tribus araméennes — de l'Ahlamu vers le nord de la Syrie et du Sutu au delà de l'Euphrate afin de s'étendre sur autant de terrain découvert qu'il était possible entre les petits états de Syrie — se situe à la période qui va du XVI^e^ au XIII^e^ siècles. Vers 1300 av. J.-C., les envahisseurs remontant le Khabour, menacèrent le Tigre supérieur, au nord et au sud de l'Assyrie. Au début du XI^e^ siècle, de nouveaux troubles furent causés par la pression des Aribi (Urbi), nomades particulièrement sauvages et non civilisés de l'Arabie méridionale, qui prirent entièrement possession des terres désertiques qui avaient appartenu auparavant aux Araméens, et y introduisirent le nomadisme accompagné de chameaux. Hitti (1943) fait remonter au même siècle l'introduction du chameau du nord-ouest de l'Arabie vers la Palestine et la Syrie, « à l'occasion de l'invasion des Madianites » première razzia connue de nomades à chameaux (Albright, 1942). Mais cette date semble être beaucoup trop tardive car à Gezer les ossements de chameau sont chose courante depuis au moins la seconde période sémite, ce qui correspond au Bronze Moyen, c'est-à-dire à une période s'étendant du XVIII^e^ au XVI^e^ siècles av. J.-C. A Megiddo, de nombreuses dents de chameau furent découvertes dans une tombe de la période du Bronze Moyen, en même temps que des poteries et des scarabées de modèle et exécution du Moyen Empire. A Taanach un crâne de chameau fut trouvé dans une maison de la

période du Bronze Moyen, et à El Jisr, près de Tell Abû Sultân, des ossements de chameau furent extraits d'une tombe de l'âge du Bronze Moyen, avec des scarabées du type Moyen Empire (Isserlin, 1950). Ces restes ne font pas remonter l'extension du chameau en Palestine au delà du XVI^e^ siècle av. J.-C., et, en ce qui concerne les articles de provenance égyptienne, à probablement un ou deux siècles plus tôt.

Il est significatif que dans pratiquement toutes les mentions historiques primitives, le chameau soit associé aux nomades sémites. Il y a, en témoignage, les rapports de la Bible et les Annales d'Assyrie, où on fait allusion au chameau en 853 av. J.-C., à l'occasion de la bataille de Qarqar dans laquelle Salmanasar III combattit une forte coalition des États syriens, d'Israël, d'Arabie et d'Égypte, et où le prince arabe Gindibu envoya un millier de chameaux montés sur le champ de bataille. Il semble très juste, commente Hitti (1943), que le nom du premier Arabe cité dans l'histoire soit associé au chameau. Les Annales de Teglath-Phalasar III (745-727 av. J.-C.) rapportant qu'en 728, la tribu Ma'ai, la ville de Tamai (Tayma') et les Sab'ai (Sabéens), lui envoyèrent des tributs d'or, des chameaux et des épices. Sargon II (721-705 av. J.-C.), à la septième année de son règne, reçut en tribut de Samsi, reine d'Arabie, d'It'amara, le chef sabéen, et d'autres rois d'Égypte et du désert, « de l'or, des produits de la montagne, des pierres précieuses, de l'ivoire, des graines d'érables (?), toutes sortes de plantes, des chevaux et des chameaux » (Luckenbill, 1927).

A la fin du VIII^e^ siècle av. J.-C., un petit groupe d'Aribi habitaient un territoire situé à l'est du Tigre, dans le proche voisinage des tribus araméennes. L'empreinte d'un sceau cylindrique, probablement un mémorial de la campagne d'Assourbanipal contre les Aribi aux environs de 648, montre un cavalier assyrien poursuivant un homme de la tribu Aribi qui est assis sur un chameau harnaché d'un coussin et de bosse (fig. 9) comparable à celui qui fut décrit sur la stèle de Tell Halaf.

De plus, on trouve la référence précédemment mentionnée des chameliers arabes de l'armée de Xerxès, et un bas-relief de Ninive représentant des bédouins arabes sur des chameaux poursuivis par la cavalerie et l'infanterie assyriennes, qui remonte aussi au règne d'Assourbanipal (668-626 av. J.-C.). Et finalement il existe un récit de Tite-Live sur la bataille de Magnesia, sur le fleuve Phrygius, livrée en 190 av. J.-C., au cours de laquelle les Syriens, sous le

règne d'Antiochus le Grand, possédaient un grand nombre d'archers arabes montés sur des chameaux.

Il y a d'autres faits significatifs très différents en nature, mais conduisant tous à la même conclusion : les dessins rupestres de chameaux de la Haute-Égypte où l'on retrouve l'influence culturelle sémite dès la fin de la période prédynastique (King, 1923) ; l'emploi par les Assyriens qui connaissaient le chameau à une bosse et celui à deux bosses, du nom sémite occidental « gammalu » pour le premier, et du terme aryen « udra » pour le second ; les données précédemment mentionnées d'Agatharchides et de Strabon sur la présence de chameaux sauvages en Arabie, qui remonte à la fin de l'ère préchrétienne ; enfin, le sacrifice du chameau, dont fut témoin Theodolus, fils de Nilus, chez les Arabes du désert de Sinaï vers la fin du IVe siècle de l'ère chrétienne, au cours duquel la viande, selon une ancienne coutume sémite, devait être consommée en hâte avant le lever du soleil (Barton, 1934). Pour les premiers Arabes, le chameau fut une nourriture commune et une offrande ordinaire, tandis que des traces d'idolâtrie à propos de festins de chair de chameau ont survécu dans la tradition musulmane (Robertson Smith, 1927). Des chameaux sont encore sacrifiés par les Bédouins de Sinaï en des occasions spéciales, telles que le « Id ed-Dahiya », tandis que chaque année l'un était égorgé sur les mines de turquoise, et son sang répandu sur la mine, de manière à garantir un bon rapport pour l'année à venir (Murray, 1935).

De ces faits dispersés nous pouvons conclure que le dromadaire fut domestiqué par un peuple sémitique dans une partie reculée du désert arabe, probablement au Ve ou IVe millénaire av. J.-C. La réduction progressive du nombre de chameaux sauvages et leur limitation à une étendue toujours plus restreinte au cœur du désert, en aidant le rattachement de groupes individuels de pasteurs et de chasseurs à certains troupeaux que protégeaient et gardaient d'autres groupes, peut avoir préparé l'impulsion à la domestication des espèces qui fournissaient aux habitants du désert une bête de somme et une monture plus rapide et plus puissante que l'âne. Un phénomène semblable est encore visible chez les Chukche de Sibérie, dont la vie économique est associée au renne. On peut trouver là toutes les nuances entre les relations de chasse et les relations pastorales, et il est digne de remarque que le croisement entre le renne sauvage et le renne domestique est courant.

Pendant longtemps le chameau domestique semble s'être limité

Fig. 1. — Figurine de calcaire représentant un chameau agenouillé trouvée dans une tombe à Abusir-el-Meleq

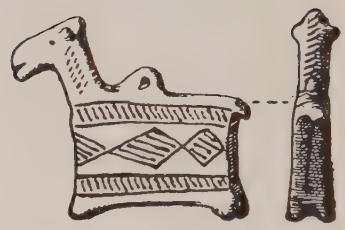

Fig. 2. — Figurine en terre glaise de l'Ancienne Chypre représentant un chameau (d'après Forrer)

Fig. 3. — Dessin rupestre d'un chameau de l'Egypte supérieure (d'après Schweinfurth)

Fig. 4. — Statuette de chameau agenouillé en pierre grise Période préhistorique d'Egypte Musée de Berlin

Fig. 5. — Dessin rupestre arabe représentant des chameaux de l'Egypte supérieure du Sud (d'après Winkler)

Fig. 6. — Chameau monté
Dessin rupestre d'Habeter II, Fezzan
(d'après FROBENIUS)

Fig. 7. — Chameau monté
Dessin rupestre de Taghit, Atlas saharien
(d'après FROBENIUS)

Fig. 8. — Chameau monté de Tell Halaf
(d'après V. OPPENHEIM)

Fig. 9
Cavalier assyrien poursuivant à dos de chameau une tribu d'Aribi
Sceau de 648 av. J.-C.

à l'Arabie, et parfois, quelques animaux seulement atteignirent l'Égypte et le nord et l'est des frontières de l'Arabie et au delà à partir de la fin du IV^e^ millénaire. Ceci expliquerait les traces sporadiques du chameau domestique tant dans l'Ancienne Égypte, qu'en Mésopotamie et dans l'Inde. En Palestine, si proche de l'Arabie et si facile d'accès, le chameau fut employé plusieurs siècles avant de devenir commun en Afrique du Nord, en Syrie, en Asie mineure, en Mésopotamie et aux Indes. Le commerce par caravanes de chameaux fut établi à travers la Syrie au cours du mouvement araméen. Dans l'organisation de ce commerce, les Madianites, dont les caravanes de chameaux suivaient les routes du désert de l'Égypte et de l'Arabie jusqu'en Syrie et en Mésopotamie, semblent avoir joué un rôle important. Mais le vrai nomadisme accompagné de chameaux ne semble pas avoir été introduit en Palestine et dans le désert de Syrie avant le début de l'Age du Fer, entre 1200 et 900 av. J.-C. Les premiers Israélites n'étaient pas des nomades pourvus de chameaux, mais des nomades pourvus d'ânes. Jusqu'au XII^e^ siècle av. J.-C., le chameau n'eut pas d'influence décisive sur le nomadisme en dehors de la péninsule arabe. Même en Arabie il a fallu des siècles, peut-être des millénaires, pour que les possibilités économiques du chameau domestique soient pleinement reconnues, pour que l'animal et la façon de l'utiliser soient diffusés à travers la péninsule tout entière, et que l'acquisition d'un moyen de transport rapide adapté à la vie du désert remplisse son plein effet.

H. Epstein.

BIBLIOGRAPHIE

Albright W. F. (1942), *Archaeology and the Religion of Israel*, Baltimore.

Albright W. F. (1949), *The Archaeology of Palestine*, Harmondsworth, Middlesex.

Amschler W. (1940), Tierreste der Ausgrabungen von dem « Grossen Koenigshuegel » Shah Tepé, in Nord-Iran. (*Reports from the Scientific Expedition to the North Western Provinces of China*, Publication 9.)

Antonius O. (1922), *Grundzuege einer Stammesgeschichte der Haustiere*, Jena.

Barton G. A. (1934), *Semitic and Hamitic Origins*, Philadelphia.

Basset R. (1907), Le nom du chameau chez les Berbères (*Actes XIV^e^ Congr. intern. des Orientalistes*, II, 7), Paris.

Bisson de La Roque M. F. (1929), Rapport sur les fouilles de Médamoud. (*Fouilles de l'Institut français d'Archéologie orientale du Caire*, VII.)

Bittel K. (1949), Nur Hethitische oder auch Hurritische Kunst ? (*Zeitschrift f. Assyriologie*, N. F., 15, vol. 49), Berlin.

Breastead J. H. (1906), *A History of Egypt*, New York.

Caton Thompson G. (1934), The Camel in Dynastic Egypt (*Man.*, vol. XXXIV, nº 24, Feb.).

Childe V. G. (1935), *New Light on the most Ancient East*, London.

Clark G. (1946), *From Savagery to Civilisation*, London.

Duerst J. U. (1905), *Wilckens Naturgeschichte der Haustiere*, Leipzig.

Duerst J. U. (1908), Animal Remains from the Excavation at Anau Turkestan *(Explorations in Turkestan 1904)*, Washington.

Ebert M. (1924-1932), *Reallexikon der Vorgeschichte*, Berlin.

Erman A. (1885-1887), *Aegypten und aegyptisches Leben im Altertum*, Tubingen.

Flamand G. B. M. (1907), De l'introduction du chameau dans l'Afrique du Nord (*Actes XIV*e *Congrès intern. des Orientalistes*, II, 7), Paris.

Forde C. D. (1934), *Habitat, Economy and Society*, New York.

Frankfort H., Lloyd S. and Jacobsen T. (1940), *The Gimilsin Temple and the Palace of the Rulers at Tell Asmar*, Chicago.

Free J. P. (1944), Abraham's Camels (*Journal of Near Eastern Studies*, vol. III, nº 3, july).

Gjerstad E. (1926), *Studies on Prehistoric Cyprus*, Uppsala.

Golenicheff W. (1887), *Sapiski of the Oriental Section of the Imper. Russ. Archeol. Soc.*, vol. II, Saint-Petersburg.

Hilzheimer M. (1916), Kamelfragen (*Naturwissenschaftliche Wochenschrift*, vol. XXXI, nº 32), Jena.

Hilzheimer M. (1926), *Natuerliche Rassengeschichte der Haussaeugetiere*, Berlin.

Hitti P. K. (1943), *History of the Arabs*, London.

Isserlin B. S. J. (1950), On Some Possible Early Occurrences of the Camel in Palestine (*Palestine Exploration Quarterly*, 82, *Jan-Apr*).

Johnston H. H. (1906), *Liberia*, London.

Keimer L. (1929), *Ueber die Darstellung eines Kamelreiters aus der Aegyptischen Fruehzeit*, Kemi, II.

Keller O. (1909), *Die Antike Tierwelt*, Leipzig.

King L. W. (1923), *A History of Sumer and Akkad*, London.

Klatt B. (1927), Entstehung der Haustiere (*Handbuch der Vererbungswissenschaft*, vol. III), Berlin.

Leese A. S. (1927), *Tips on Camels*, London.

Little O. H. (1935-1936), Recent Geological Work in the Faiyum and in the Adjoining Portion of the Nile Valley (*Bulletin de l'Institut d'Égypte*, XVIII).

Lucas A. (1948), Some Egyptian Connexions with Sudan Agriculture, in *Agriculture in the Sudan*, London.

Luckenbill D. D. (1927), *Ancient Records of Assyria and Babylonia*, Chicago.

Mackay E. J. H. (1935), *The Indus Civilisation*, London.

Marshall J. (1931-1932), *Mohenjo-daro and the Indus Civilisation*, London.

Moeller G. (1906), Ausgrabungen der Deutschen Orient-Gesellschaft auf dem vorgeschichtlichen Friedhofe bei Abusir-el-Meleq im Sommer 1905 (*M. D. O. G.*, XXX).

Mueller W. W. (1899), Camel (*Encyclopedia Biblica*, vol. I).

Murray G. W. (1935), *Sons of Ishmael*, London.

Myres J. L. (1933), *The Dawn of History*, London.

Petrie W. M. F. (1892), *Ten Years Digging in Egypt 1881-1891*, London.

Petrie W. M. F. (1907), *Gizeh and Rifeh*, London.

Petrie W. M. F. (1923), *Social Life in Ancient Egypt*, London.

Reinhardt L. (1912), *Kulturgeschichte der Nutztiere*, Munich.

Robinson A. E. (1936), The Camel in Antiquity (*Sudan Notes and Records*, vol. XIX, nº 1).

Sayce A. H. (1895), *Patriarchal Palestine*, New York.

Schweinfurth G. (1912), Alte Tierbilder und Felsinschriften bei Assuan. (*Zeitschrift fuer Ethnologie*, 44. Jahrgang.)

Seligman C. G. (1930), *Races of Africa*, London.

Skinner J. (1910), *Genesis. International Critical Commentary.*

Smith S. (1928), *Early History of Assyria to the Year 1000*, London.

Smith W. Robertson (1927), *Lectures on the Religion of the Semites*, 3e ed., London.

Stekelis M. (1951), *A New Neolithic Industry : The Yarmukian of Palestine*, Israel Exploration Society, Jerusalem.

Van Buren E. D. (1939), The Fauna of Ancient Mesopotamia (*Analecta Orientalia*, 18, Roma).

Von Bissing F. W. (1900), Zur Geschichte des Kamels (*Zeitschrift fuer Aegyptische Sprache*, XXXVIII).

Von Oppenheim M. (1931), *Der Tell Halaf*, Leipzig.

Wiesner J. (1939), Fahren und Reiten in Alteuropa und im Alten Orient (*Der Alte Orient*, vol. XXXVIII), Leipzig.

Winkler H. A. (1938-1939), Rock-Drawings in Southern Upper Egypt (*Archeological Survey of Egypt*, London).

DOCUMENTATION ET INFORMATIONS

I. — DOCUMENTATION

Bibliographie de Pierre Brunet (1893-1950)

Après le bel éloge que M. Henri Berr dédia à Pierre Brunet (1), l'un de ses plus fidèles collaborateurs et l'animateur, pendant plusieurs années, de la Section d'Histoire des Sciences du Centre International de Synthèse, et après la publication posthume de son *Clairaut* (2) il semble que le meilleur hommage à rendre à ce grand travailleur, soit d'établir la bibliographie de ses nombreux écrits. Spécialiste du XVIII^e^ siècle, P. Brunet étudia aussi les sciences dans l'Antiquité : il en écrivit l'histoire, en collaboration avec Aldo Mieli ; sur le Moyen Age, il prépara un volume, resté inachevé, pour la collection de *L'Évolution de l'Humanité*. Savant et humaniste, historien et philosophe, sa vaste culture lui permit des jugements avertis dans des branches très diverses de l'histoire des sciences. A tel point qu'on peut souligner, comme lui-même l'avait fait pour Maupertuis, le singulier mérite de son esprit « dont la souplesse n'avait d'égale que l'immense curiosité scientifique qui le rendait attentif à tous les problèmes » (3). Disciple de Descartes en philosophie, il s'intéressa à l'évolution des idées et des méthodes. Et c'est la méthode expérimentale, principalement, qui fit l'objet de ses recherches. En 1930, son ouvrage sur *Les physiciens hollandais et la méthode expérimentale en France au XVIII^e^*, reçut, avec celui sur *Maupertuis*, la récompense du prix Binoux. Ainsi P. Brunet, parti dans ses premières œuvres de simples réflexions sur des problèmes psychologiques, réussit, bientôt, de bonnes synthèses de problèmes historiques complexes, s'élevant au-dessus de la pure analyse érudite, et se gardant pourtant de la spéculation *a priori*.

La bibliographie qui va suivre a pour point de départ une liste de travaux, tenue à jour, sur un carnet, jusqu'en 1938, par P. Brunet. Nous en avons complété et vérifié la nomenclature, puis recherché les publications postérieures à 1938. Cette bibliographie ne prétend pas être

(1) In *Rev. H. Sc.*, IV, 1 (janv.-mars 1951), pp. 5-12.
(2) V. plus loin bibl., I et II.
(3) Maupertuis, II, *op. cit.*, p. 459.

exhaustive, et nous serons reconnaissants à tous ceux qui pourraient nous signaler les omissions. Si lacunaire soit-elle, elle intéressera, sans doute, les amis de P. Brunet qui sut « réjouir » en eux l' « esprit géométrique » par la précision et la sûreté de ses travaux scientifiques, et toucher leur cœur par la profondeur et la finesse de sa sensibilité.

I. — OUVRAGES

Le rêve. Psychologie et physiologie, Paris, Stock, 1924, 1 vol., 9 × 14, 127 p.

Les physiciens hollandais et la méthode expérimentale en France, au XVIII^e siècle, Paris, Lib. scientifique Albert-Blanchard, 1926, 16 × 25, 153 p., « La culture moderne ».

Maupertuis, Paris, Lib. scientifique Albert-Blanchard, 1929, 2 vol., 16 × 25. T. I : *Étude biographique*, III-199 p. ; t. II : *L'œuvre et sa place dans la pensée scientifique et philosophique du XVIII^e siècle*, 495 p.

L'introduction des théories de Newton en France au XVIII^e siècle (jusqu'en 1738), Paris, Lib. scientifique Albert-Blanchard, 1931, 16 × 25, VII-355 p.

Histoire des sciences (en collaboration avec Aldo Mieli). *Antiquité*, Paris, Payot, 1935, 14 × 22, 122 p., bibliogr., index, 109 fig.

Étude historique sur le principe de la moindre action, Paris, Hermann, 1938, 16 × 25, 115 p., fig. « Actualités scientifiques et industrielles, n° 693 ».

La vie et l'œuvre de Clairaut (1713-1765), préface et bibliogr. de René Taton, Paris, P. U. F., 1952, 16 × 25, VII-111 p. ; 1 h.-t. (œuvre posthume).

II. — ARTICLES

La psychanalyse, in *Mémoires de l'Académie de Dijon*, II (janv. 1923), 47-72.

La théorie de la science expérimentale chez Mariotte, in *Mém. de l'Académie de Dijon* (avril 1924, supplément), 287-300.

Gueneau de Montbeillard, in *Mém. de l'Académie de Dijon*, I (1925-1926), 125-131.

Gueneau de Montbeillard, in *Revue de Bourgogne* (sept.-oct. 1926), 516-532.

Gaspard de Courtivron, in *Mém. de l'Académie de Dijon* (1927), 115-134.

Un centre bourguignon de synthèse scientifique au XVIII^e siècle, in *Annales de Bourgogne*, I, *1* (juin 1929), 104-124.

Sylviculture et technique des forges en Bourgogne au milieu du XVIII^e siècle, in *Annales de Bourgogne* (déc. 1930).

La notion d'infini mathématique chez Buffon, in *Archeion*, XIII, *1* (janv.-mars 1931), 24-39.

Remarques sur l'introduction des théories newtoniennes en France au XVIII^e siècle, communication au *Centre international de Synthèse*, séance du 17 déc. 1930, in *Archeion*, XIII, *1* (janv.-mars 1931), 88-91.

A propos du Congrès de Londres, in *Archeion*, XIII, *3* (juil.-sept. 1931), 363.

Un hommage à Monsieur Henri Berr, au *Centre international de Synthèse*, in *Archeion*, XIII, *4* (oct.-déc. 1931), 529-531.

Progrès réalisés depuis cent ans dans les travaux publics (1831-1931), in *Archeion*, XIII, *4* (oct.-décembre 1931), 499-501.

Faraday and the French Physicists, in *Nature*, *128* (1931), 346-348.

Enquête sur l'histoire des sciences dans l'enseignement, in *L'Enseignement scientifique*, V, *46* (1932), 182-184.

Sur l'expression « Astronomie physique », in *L'Astronomie*, 46e ann. (février 1932), 99-100.

L'enseignement de l'histoire des sciences en France, comm. au Congrès de Londres, séance du 30 juin 1931, in *Archeion*, XIV, *1* (janv.-mars 1932), 93.

G. Bigourdan (1851-1932), in *Archeion*, XIV, *2* (avril-juin 1932), 256.

Perfectionnements techniques et conditions de développement de l'industrie horlogère en France, à la fin du XVIIIe siècle, in *Bulletin des Sciences économiques et sociales du Comité des Travaux hist. et scient.* (1932), 197-204.

Pour l'étude de l'histoire des sciences, in *L'Enseignement scientifique*, VI, *54* (1933), 106-109.

Activitate scientifico de P. Marin Mersenne, in *Schola et Vita*, VIII, *5* (sept.-oct. 1933), 223-231.

Un grand débat sur la physique de Malebranche au XVIIIe siècle, in *Isis*, XX, *2* (1933), 367-395.

Les traductions françaises des auteurs scientifiques grecs et latins. Celles qui existent et celles qui manquent, communication au *Centre international de Synthèse*, séance du 23 déc. 1932, in *Archeion*, XV, *1* (janv.-mars 1933), 153 (mention).

L'astronomie physique de 1687 à 1759, in *Thalès*, I (1934), 48-52.

L'enseignement donné par le philosophe Comarios à la sage Cléopâtre (en collab. avec Aldo Mieli), in *Archeion*, XVI, *1* (janv.-mars 1934), 18-23.

Questions philologiques soulevées par l'histoire de la science antique, comm. au *Centre international de Synthèse*, séance du 23 nov. 1933, in *Archeion*, XVI, *1* (janv.-mars 1934), 119-121.

Daubenton et l'industrie lainière en France, au XVIIIe siècle, in *An. de Bourgogne*, VIII, *1* (mars 1935), 34-44.

L'école lyonnaise d'histoire des sciences : A. Hannequin, E. Goblot, A. Georges-Berthier, in *Archeion*, XVIII, *2-3* (avr.-sept. 1936), 146-159.

La correspondance des Bernoulli, in *Archeion*, XVIII, *2-3* (avr.-sept. 1936), 185-187.

Buffon mathématicien et disciple de Newton, in *Mém. Ac. de Dijon* (1936), 85-91.

La mission de Laponie (1736-1737), in *Science*, n° *3* (15 déc. 1936), 7.

La notion d'évolution dans la science moderne avant Lamarck, in *Archeion*, XIX, *1* (mars 1937), 21-43.

La mission du Pérou, in *Science*, n° *13* (15 mai 1937), 7.

Roger Joseph Boscovich, in *Science*, n° *18* (déc. 1937), 1-2.

Sur la nationalité de Copernic, in *Archeion*, XIX, *4* (déc. 1937), 371-373.

L'œuvre de Swammerdam, in *Science*, n° *19* (janv. 1938), 1-2.

Pierre-Louis Dulong (1785-1838), in *Science*, n° *22* (avr. 1938), 3.

La pensée philosophique d'Edmond Goblot, in *Revue de Synthèse*, XVI, *1* (avr. 1938), 55-66.

A propos de l'invention scientifique, in *Science*, n° *24* (juin 1938), 5.

Le Docteur A. d'Arsonval, in *Science*, n° *24* (juin 1938), 4-5.

L'œuvre scientifique d'A.-C. Becquerel (1788-1878), in *Science*, n° *27* (nov. 1938), 3.

Une visite à la maison d'Ampère, in *Science*, n° *32* (avr.-mai 1939), 4-5.

Pour la rectification des erreurs historiques, in *Archeion*, XXII, *1* (avr. 1940), 134-135.

L'histoire des sciences dans l'enseignement, in *Archeion*, XXII, *1* (avr. 1940), 135-136.

Les premières recherches expérimentales sur la foudre et l'électricité atmosphérique, in *Lychnos* (1946-47), 117-148.

L'activité de la section d'histoire des sciences au *Centre international de Synthèse* au cours de l'année 1946, in *Rev. H. Sc.*, I, *1* (juil.-sept. 1947), 63-68.

Hélène Metzger, in *Rev. H. Sc.*, I, *1* (juil.-sept. 1947), 68-70.

Charles Serrus, in *Rev. H. Sc.*, I, *1* (juil.-sept. 1947), 70.

L'histoire des sciences dans l'enseignement, in *Rev. H. Sc.*, I, *2* (oct.-déc. 1947), 171-174.

L'histoire des sciences dans le monde, in *Rev. H. Sc.*, I, *2* (oct.-déc. 1947), 174-176.

Les origines du paratonnerre (discussions et réalisations), in *Rev. H. Sc.*, I, *3* (janv.-mars 1948), 212-253.

Souvenirs des savants, in *Rev. H. Sc.*, I, *4* (avr.-juin 1948), 351-354.

L'énergie du Moyen Age au XVIII^e^ siècle (en collab. avec E. Bréhier), in *XII^e^ Semaine intern. de Synthèse*, *L'énergie dans la nature et dans la vie* (1949), 33-56.

Les premiers linéaments de la science géologique : Agricola, Palissy, George Owen, in *Rev. H. Sc.*, III, *1* (janv.-mars 1950), 67-69.

La vie et l'œuvre de Clairaut, in *Rev. H. Sc.*, 1^re^ part. : IV, *1* (janv.-mars 1951), 13-40 ; II^e^ Part. : IV, *2* (mai-juin 1951), 109-153 ; V, *3* (juil.-sept. 1952), 334-349 ; VI, 18 (janv.-mars 1953), 1-15.

III. — COMPTES RENDUS

Prunier, Newton, Maupertuis et Einstein, in *Archeion*, XII, *1* (janv.-mars 1930), 95-96.

Metzger (H.), Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique, in *Archeion*, XII, *3* (juil.-déc. 1930), 406-408.

Brunold (Ch.), L'entropie. Son rôle dans le développement historique de la thermodynamique. — Le problème de l'affinité chimique et l'atomistique, in *Archeion*, XIII, *1* (avr.-1931), 109-111.

Volkringer (H.), Les étapes de la physique, in *Archeion* (janv.-mars 1931), 111-113.

Kirmann (A.), La chimie d'hier et d'aujourd'hui, *Ibid.*

Lovering (S.), L'activité intellectuelle de l'Angleterre d'après l'ancien *Mercure de France* (1762-1778), in *Archeion*, XIII, *1* (avr. 1931), 133-134.

Cole (F. J.), Early theories of sexual generation, in *Archeion*, XIII, *2* (juin 1931), 271-272.

L'orientation actuelle des sciences, in *Archeion*, XIII, *2* (juin 1931), 282.

Lévy-Bruhl, Le surnaturel et la nature dans la mentalité primitive, in *Archeion*, XIII, *3* (nov. 1931), 392-393.

Caullery (M.), Le problème de l'évolution, in *Archeion*, XIII, *4* (oct.-déc. 1931), 508-510.

Irsay (Stephen d'), Albrecht von Haller, in *Archeion*, XIII, *4* (oct.-déc. 1931), 514-515.

Ambard, La biologie, in *Revue philosophique*, 56e ann., *9-10* (sept.-oct. 1931), 310.

Pérès (J.), Les sciences exactes, in *Revue philosophique*, 56e ann., *9-10* (sept.-oct. 1931), 310-311.

Metzger (H.), La chimie, in *Revue philosophique*, 56e ann., *9-10* (sept.-oct. 1931), 311.

Baud (P.), L'industrie chimique en France, in *Archeion*, XIV, *1* (janv.-mars 1932), 146-147.

Marguet (F.), Histoire générale de la navigation du xve au xxe siècle, in *Archeion*, XIV, *1* (janv.-mars 1932), 140-141.

Serrus (Ch.), L'esthétique transcendantale et la science moderne, in *Archeion*, XIV, *1* (janv.-mars 1932), 158-159.

Bachelard (G.), Le pluralisme cohérent de la chimie moderne, in *Archeion*, XIV, *2* (avr.-juin 1932), 325-326.

Carré (J.-R.), La philosophie de Fontenelle ou le sourire de la raison, in *Archeion*, XIV, *2* (avr.-juin 1932), 343-345.

Rome (A.), Commentaires de Pappus et de Theion d'Alexandrie sur l'Almageste, in *Archeion*, XIV, *2* (avr.-juin 1932), 315-316.

Boutaric (A.), Les grandes inventions françaises, in *Archeion*, XIV, *2* (avr.-juin 1932), 326.

Leaven Worth (I.), The Physics of Pascal, in *Rev. d'Histoire litt. de la France*, 39e année, *3* (juil.-sept. 1932), 463.

Sageret (J.), Le système du monde de Pythagore à Eddington, in *Revue de Synthèse*, IV (oct. 1932), 232-233.

Rostand (J.), La formation de l'être. Histoire des théories sur la génération, in *Archeion*, XV, *1* (janv.-mars 1933), 124-125.

Berthelot (R.), Science et philosophie chez Gœthe, in *Archeion*, XV, *1* (janv.-mars 1933), 142-143.

Bilikiewicz (T.), Die Embryologie im Zeitalter des Barock und des Rokoko, in *Archeion*, XV, *1* (janv.-mars 1933), 125-126.

Ocagne (M. d'), Hommes et choses de science (2e série), in *Archeion*, XV, *1* (janv.-mars 1933), 104-105.

Cuénot (L.), La genèse des espèces animales, in *Archeion*, XV, *1* (janv.-mars 1933), 126-127.

Descartes, Regulae ad directionem ingenii, éd. et trad. par G. Le Roy, in *Archeion*, XV, *1* (janv.-mars 1933), 150-152.

Condorcet, Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain, éd. par O. H. Prior, *Ibid.*

Dambska (J.), La théorie du jugement de Monsieur E. Goblot, in *Rev. philosophique*, 58e ann., *3-4* (mars-avr. 1933), 312.

Brunschvicg (L.), De la connaissance de soi, in *Isis*, XIX, *1* (mars-avr. 1933), 212-214.

Semelaigne (Dr R.), Les pionniers de la psychiatrie française, in *Archeion*, XV, *2* (avr.-juin 1933), 292-294.

Humbert (P.), Pierre Duhem, in *Archeion*, XV, *2* (avr.-juin 1933), 275-276.

Humbert (P.), Peiresc, *Ibid.*

Tannery (Mme Paul), Correspondance du Père Marin Mersenne, pub. par Mme P. T. (t. I), in *Archeion*, XV, *2* (avr.-juin 1933), 269-270.

Huygens (Ch.), Œuvres complètes (t. XVII), pub. par la *Société hollandaise des Sciences*, in *Archeion*, XV, *3-4* (juil.-déc. 1933), 461-463.

Combes (R.), Histoire de la biologie végétale en France, in *Archeion*, XV, *2* (avr.-juin 1933), 290-292.

Berthelot (A.), L'Asie ancienne centrale et sud-orientale d'après Ptolémée, in *Archeion*, XV, *3-4* (juil.-déc. 1933), 470-471.

Ross (W. D.), *Aristote*, in *Archeion*, XV, *3-4* (juil.-déc. 1933), 454-455.

Manquat (M.), Aristote naturaliste, *Ibid.*

Enriques (F.), Gli Elementi d'Euclide e la critica antica e moderna (libro X), in *Archeion*, XV, *3-4* (juil.-déc. 1933), 457.

Eecke (P. V.), Pappus d'Alexandrie. La collection mathématique, in *Archeion*, XV, *3-4* (juil.-déc. 1933), 459-461.

Dauvé (C.), Essai sur la métaphysique du calcul infinitésimal, in *Archeion*, XV, *3-4* (juil.-déc. 1933), 457.

Senn (G.), Die Entwicklung der biologischen Forschungsmethode in der Antike und ihre Grundsätzliche- Forderung durch Theophrast von Eresos, in *Archeion*, XV, *3-4* (juil.-déc. 1933), 471-473.

Tropfke (J.), Geschichte der Elementar-Mathematik, vol. II, Algemeine Aritmetik, in *Archeion*, XV, *3-4* (juil.-déc. 1933), 456-457.

Bachelard (G.), Les intuitions atomistiques. Essai de classification, in *Archeion*, XV, *3-4* (juil.-déc. 1933), 465-466.

Rostand (J.), Les sciences biologiques ; Boutaric (A.), Les sciences physico-chimiques (tableau du XXe siècle), in *Archeion*, XVI, *1* (janv.-mars 1934), 127-128.

Caullery (M.), La science française depuis le XVIIe siècle, in *Archeion*, XVI, *1* (janv.-mars 1934), 125-126.

Urbain (G.) et Boll (M.), La science, ses progrès et ses applications, in *Archeion*, XVI, *1* (janv.-mars 1934), 124-125.

Fournier (R.), La médecine égyptienne des origines à l'école d'Alexandrie, in *Archeion*, XVI, *2* (avr.-juin 1934), 243.

Cournot (A.-A.), Considérations sur la marche des idées et des événements dans les temps modernes, rééd. par F.-R. Mentré, in *Archeion*, XVI, *2* (avr.-juin 1934), 255-256.

Bachelard (G.), Le nouvel esprit scientifique, in *Archeion*, XVI, *2* (avr.-juin 1934), 256-257.

Metchnikoff (E.), Trois fondateurs de la médecine moderne : Pasteur, Lister et Koch, pub. par T. Burnet, in *Archeion*, XVI, *2* (avr.-juin 1934), 250.

Brunet (Dr F.), Médecine et thérapeutique byzantines. Œuvres médicales d'Alex. de Tralles (t. I), in *Archeion*, XVI, *2* (avr.-juin 1934), 243-246.

Olsen (O.), La conquête de la terre. Histoire des découvertes et des explorations, des origines à nos jours (t. I et II), in *Archeion*, XVI, *2* (avr.-juin 1934), 241-242.

Mouy (P.), Le développement de la physique cartésienne (1646-1712), in *Rev. de Synthèse*, X, *1* (avr. 1935), 124-125.

Schuhl (P.-M.), Essai sur la formation de la pensée grecque, in *Archeion*, XVI, *3-4* (juil.-déc. 1934), 395-397.

Mondolfo (R.), L'infinito nel pensiero dei Greci, in *Archeion*, XVI, *3-4* (juil.-déc. 1934), 393-394.

Singer (Ch.), Histoire de la biologie, in *Archeion*, XVI, *3-4* (juil.-déc. 1934), 434-436.

Tannery (P.), Mémoires scientifiques (t. XII), Comptes rendus et analyses (1896-1904), in *Archeion*, XVI, *3-4* (juil.-déc. 1934), 408-409.

Huygens (Ch.), Œuvres complètes (t. XVIII), pub. par la *Sté holl. des Sciences*, in *Archeion*, XVI, *3-4* (juil.-déc. 1934), 414-416.

Hankins (H.), La race dans la civilisation, in *Archeion*, XVII, *1* (janv.-mars 1935), 107-108.

Chevalier (J.), Lettres sur la morale de Descartes, prés. par J. C. et Ch. Devivaix. Testament de F. Ravaisson, prés. par J. C., in *Archeion*, XVII, *1* (janv.-mars 1935), 99-100.

Chevalier (A.), Michel Adanson, voyageur, naturaliste et philosophe, in *Archeion*, XVII, *1* (janv.-mars 1935), 101-102.

Contenau (Dr G.), La civilisation des Hittites et des Mitanniens, in *Archeion*, XVII, *1* (janv.-mars 1935), 108-109.

Dobras-Rozdestvenskaia (O.), Histoire de l'atelier graphique de Corbie de 651 à 850, in *Archeion*, XVII, *1* (janv.-mars 1935), 109.

Aristote, Métaphysique, De l'Ame, De la Génération, De la Corruption, trad. par J. Tricot, in *Archeion*, XVII. *1* (janv.-mars 1935), 96-98.

Hahn (H.), Logique, mathématiques et connaissance de la réalité, in *Archeion*, XVII, *2-3* (avr.-sept. 1935), 334-336.

Carnap (R.), La science et la métaphysique devant l'analyse logique du langage. *Ibid.*

Bouligand (G.), La causalité des théories mathématiques, *Ibid.*

Jeans (J.), Les nouvelles bases philosophiques de la science, in *Archeion*, XVII, *2-3* (avr.-sept. 1935), 336-338.

Antoniadi (E. M.), La planète Mercure et la rotation des satellites, in *Archeion*, XVII, *2-3* (avr.-sept. 1935), 299-300.

Delaunay (Dr P.), La vie médicale aux XVIe, XVIIe et XVIIIe siècles, in *Archeion*, XVII, *2-3* (avr.-sept. 1935), 330-331.

Rey (A.), Les mathématiques en Grèce au milieu du Ve siècle, in *Archeion*, XVII, *2-3* (avr.-sept. 1935), 296-298.

Marcolongo (R.), Il trattato de Leonardo da Vinci sulle trasformazioni dei solidi, in *Archeion*, XVII, *2-3* (avr.-sept. 1935), 298-299.

Olsen (O.), La conquète de la terre... (t. III et IV), in *Archeion*, XVII, *2-3* (avr.-sept. 1935), 318-319.

Cabanes (Ch.), Denis Papin, inventeur et philosophe cosmopolite, in *Archeion*, XVII, *2-3* (avr.-sept. 1935), 309-311.

Beaujard (A.), Séi Stronagon', son temps et son œuvre, in *Archeion*, XVII, *2-3* (avr.-sept. 1935), 330-341.

Zinner (E.), Die Fränkische Sternkunde im 11.bis 16. Jahrhundert, in *Archeion*, XVII, *2-3* (avr.-sept. 1935), 300-301.

Nielsen (N.), Géomètres français du XVIII^e siècle, in *Archeion*, XVII, *4* (oct.-déc. 1935), 455-457.

Bessmertny (A.), L'Atlantide. Exposés des hypothèses, in *Archeion*, XVII, *4* (oct.-déc. 1935), 469-470.

Borchert (E.), Die Lehre von der Bewegung bei N. Oresme, in *Archeion*, XVII, *4*, (oct.-déc. 1935), 458-459.

Noritzi, Réflexions sur l'espèce en histoire naturelle, in *Archeion*, XVII, *4* (oct.-déc. 1935), 504-505.

L'influence espagnole sur le progrès de la science médicale, in *Archeion*, XVII, *4* (oct.-déc. 1935), 505-506.

Loon (H. v.), La conquête des mers. Histoire de la navigation, in *Archeion*, XVII, *4* (oct.-déc. 1935), 468-469.

Newton (I.), Mathematical Principles of Natural Philosophy, éd. F. Cajori, in *Archeion*, XVIII, *1* (janv.-mars 1936), 91-94.

Dumesnil (R.), Histoire illustrée de la médecine, in *Archeion*, XVIII, *2-3* (avr.-sept. 1936), 286-287.

Spiess (O.), Basel Anno, 1760, in *Archeion*, XVIII, *2-3* (avr.-sept. 1936), 264-265.

Eddington (E.), Nouveaux sentiers de la science, in *Archeion*, XVIII, *4* (oct.-déc. 1936), 414-417.

Robin (L.), Platon, in *Archeion*, XVIII, *4* (oct.-déc. 1936), 390-395.

Mondolfo (R.), Problemi del pensiero antico, in *Archeion*, XVIII, *4* (oct.-déc. 1936), 396-397.

Jeans (J.), A travers l'espace et le temps, in *Archeion*, XVIII, *2-3* (avr.-sept. 1936), 295-296.

Irsay (S. d'), *Histoire des universités* (t. II), in *Archeion*, XVIII, *2-3* (avr.-sept. 1936), 292-294.

Aigran (R.), Les universités catholiques, *Ibid.*

Waard (C. de), L'expérience barométrique, in *Archeion*, XVIII, *2-3* (avr.-sept. 1936), 267-269.

Caspar (M.), Bibliographia Kepleriana, in *Archeion*, XVIII, *2-3* (avr.-sept. 1936), 265-267.

Atkinson (G.), Les nouveaux horizons de la Renaissance française, in *Archeion*, XVIII, *2-3* (avr.-sept. 1936), 278-279.

Savoy (E.), L'agriculture à travers les âges, in *Archeion*, XVIII, *2-3* (avr.-sept. 1936), 291-292.

Nordenmark (N. V.), Anders Celsius, professor, Uppsala (1701-1744), in *Archeion*, XVIII, *4* (oct.-déc. 1936), 400-401.

Lemay (P.), Maine de Biran et la société médicale de Bergerac, in *Archeion*, XVIII, *4* (oct.-déc. 1936), 413-414.

Foroughi (A. H.), Civilisation et synthèse, in *Archeion*, XVIII, *4* (oct.-déc. 1936), 419-420.

Descartes (R.), Correspondance pub. par Ch. Adam et G. Milhaud, avec introd. et notes, in *Archeion*, XVIII, *4* (oct.-déc. 1936), 401-403.

Brunet (D^r F.), Médecine et thérapeutique byzantines. Œuvres médicales d'A. de Tralles (t. II), in *Archeion*, XVIII, *4* (oct.-déc. 1936), 412-413.

Jochem (O.), Scholastisches, Christliches und Medizinisches aus dem Kommentar des Theophilos Korydallens zu Aristote, in *Archeion*, XVIII, *4* (oct.-déc. 1936), 398.

Contenau (G.), La civilisation de l'Iran au IV^e millénaire avant notre ère, in *Archeion*, XVIII, *4* (oct.-déc. 1936), 417-418.

Lebel (R.), Les voyageurs français au Maroc, in *Archeion*, XVIII, *4* (oct.-déc. 1936), 409.

Aristote, Organon I, Catégories II, De l'Interprétation, Premiers Analytiques, trad. par J. Tricot, in *Archeion*, XIX, *1* (mars 1937), 94-96.

Souques (A.), Étapes de la neurologie dans l'Antiquité grecque, in *Archeion*, XIX, *1* (mars 1937), 106-109.

Enriques (F.), Gli Elementi d'Euclide e la critica antica e moderna (t. IV), in *Archeion*, XIX, *1* (mars 1937), 96-97.

Loria (G.), Scritti, conferenze, discorsi sulla storia delle matematiche, in *Archeion*, XIX, *1* (mars 1937), 98-100.

Bachelard (G.), L'expérience de l'espace dans la physique contemporaine, in *Archeion*, XIX, *2-3* (avr.-sept. 1937), 303-305.

Torlais (J.), Réaumur, in *Archeion*, XIX, *2-3* (avr.-sept. 1937), 280-282.

Bacon (R.), Liber de sensu et sensato. Summa de sophismatibus et distinctionibus (op. fasc. XIV), in *Archeion*, XIX, *2-3* (avr.-sept. 1937), 268-273.

Pour mieux comprendre l'Antiquité classique, in *Archeion*, XIX, *2-3* (avr.-sept. 1937), 300.

Brémond d'Ars, Un collaborateur de Buffon : l'abbé Bexon, in *Archeion*, XIX, *2-3* (avr.-sept. 1937), 286-288.

Tribalet (J.), Histoire médicale de Chartres jusqu'au XII^e siècle, in *Archeion*, XIX, *2-3* (avr.-sept. 1937), 268-273.

Bouard (M. de), Une nouvelle encyclopédie médiévale : le « Compendium philosophiae », *Ibid.*

Baudry (L.), Le « Tractatus de principiis theologiae », attribué à G. d'Occam, *Ibid.*

Schmidt (R. S.), L'aurore de l'esprit humain, in *Archeion*, XIX, *2-3* (avr.-sept. 1937), 298-299.

Brunet (D^r F.), Œuvres médicales d'A. de Tralles (t. III), in *Archeion*, XIX, *2-3* (avr.-sept. 1937), 290-293.

Organon, Inter^al Review, I, 1936, in *Archeion*, XIX, *2-3* (avr.-sept. 1937), 306-310.

Chapouthier (F.), et Joly (R.), Fouilles exécutées à Mallia, in *Archeion*, XIX, *2-3* (avr.-sept. 1937), 300-301.

Tannery (Mme P.) et Waard (C. de), Correspondance du Père Marin Mersenne (t. II), in *Archeion*, XIX, *4* (déc. 1937), 424-426.

Enriques (F.) et Santillana (G. de), Compendio de storia del pensiero scientifico dall' Antichita fino ai Tempi moderni, in *Archeion*, XIX, *4* (déc. 1937), 403-409.

Proteus Band 2. Sur les origines de la notion de biologie, in *Archeion*, XIX, *4* (déc. 1937), 453.

Kinney (M.), Early medieval medicine, in *Archeion*, XIX, *4* (déc. 1937), 445-446.

Delaunay (P.), Les chirurgiens du Haut-Maine sous l'Ancien Régime, in *Archeion*, XIX, *4* (déc. 1937), 454.

Olsen (O.), La conquête de la terre. Histoire des découvertes et des explorations (t. V et VI), in *Archeion*, XIX, *4* (déc. 1937), 437-438.

Wickersheimer (E.), Dictionnaire biographique des médecins en France au Moyen Age, in *Archeion*, XIX, *4* (déc. 1937), 418-421.

Régismontan, Der deutsche Kalender des Johannes —, in *Archeion*, XIX, *4* (déc. 1937), 423-424.

Gliozzi (M.), L'elettrologia fino al volta, in *Archeion*, XXI, *1-2* (janv.-juin 1938), 135-139.

Wehnelt (H.), Tillet (M.), Tilletia. Geschichte einer Entdeckung, in *Archeion*, XXI, *1-2* (janv.-juin 1938), 154-155.

Bobrovsky (P.), Collection of Antiquities purchased in Syria and Egypt, in *Archeion*, XXI, *1-2* (janv.-juin 1938), 168.

Auchter (H.), Brook Taylor, der Mathematiker und Philosoph, in *Archeion*, XXI, *1-2* (janv.-juin 1938), 123-124.

Sesmat (A.), Systèmes de référence et mouvement, in *Archeion*, XXI, *1-2* (janv.-juin 1938), 134-135.

Huygens (Ch.), Œuvres complètes (t. XIX), in *Archeion*, XXI, *1-2* (janv.-juin 1938), 142-145.

Lychnos, 1937, in *Archeion*, XXI, *1-2* (janv.-juin 1938), 168-169.

Organon (t. II), in *Archeion*, XXI, *1-2* (janv.-juin 1938), 169-171.

Bréhier (É.), La philosophie du Moyen Age, in *Archeion*, XXI, *1-2* (janv.-juin 1938), 160-161.

Mair (J.), Traité de l'infini, nouv. éd. et annotations par Hubert Élie, in *Archeion*, XXII, *1* (avr. 1940), 119-120.

Mieli (A.), Sumario de un curso de historia de la ciencia in ciento veinte numeros..., in *Archives intern. d'H. des Sc.*, I, *1* (janv. 1947), 172-176.

Aristote, Les Météorologiques, in *Rev. H. Sc.*, I, *1* (juil.-sept. 1947), 78-79.

Festugière (R. P.), La révélation d'Hermès Trismégiste (t. I), in *Rev. H. Sc.*, I, *1* (juil.-sept. 1947), 79-81.

Garreau (A.), Frère Roger Bacon, in *Rev. H. Sc.*, I, *1* (juil.-sept. 1947), 81-82.

Leboucq (G.), A. Vesale ; Depeau (R.), S. Stevin ; Godeaux (L.), Esquisse d'une histoire des mathématiques en Belgique ; Dupréel (E.), A. Quételet ; Pelseneer (J.), Z. Gramme ; Florkin (M.), L. Frédériq et les débuts de la physiologie en Belgique ; Lebègue (R.), Les correspondants de Peiresc dans les anciens Pays-Bas, in *Rev. H. Sc.*, I, *1* (juil.-sept. 1947), 82-86.

Lenoble (R.), Mersenne ou la naissance du mécanisme, in *Rev. H. Sc.*, I, *1* (juil.-sept. 1947), 86-88.

Nordenmark (N. V. E.), Pehr Wilhelm Wargentin, kungl. Vetenskapsakademiens sekreterare och astronom (1749-1783), in *Rev. H. Sc.*, I, *1* (juil.-sept. 1947), 88-89.

Oseen (C. W.), Johan Carl Wilcke, experimental-fysiker, in *Rev. H. Sc.*, I, *1* (juil.-sept. 1947), 89.

Hooykaas (R.), Rede en ervaring in de Natuurwetenschap der XVIII^e Eeuw, in *Rev. H. Sc.*, I, *1* (juil.-sept. 1947), 89-90.

Canguilhem (C.), Essais sur quelques problèmes concernant le normal et le pathologique, in *Rev. H. Sc.*, I, *1* (juil.-sept. 1947), 90-91.

Millet (R.), Claude Bernard ou l'aventure scientifique, in *Rev. H. Sc.*, I, *1* (juil.-sept. 1947), 91-92.

Mondor (H.), Dupuytren, in *Rev. H. Sc.*, I, *1* (juil.-sept. 1947), 92-93.

Humbert (P.), Histoire des Sciences, in *Rev. H. Sc.*, I, *1* (juil.-sept. 1947), 93.

Vaux (C. de), Tableau des racines sémitiques (arabe-hébreu) accompagnées de comparaisons, in *Rev. H. Sc.*, I, *1* (juil.-sept. 1947), 94.

Daumas (M.), L'acte chimique. Essai sur l'histoire de la philosophie chimique, in *Rev. H. Sc.*, I, *1* (juil.-sept. 1947), 94-95.

Poncetton (F.), Eiffel, le magicien du fer, in *Rev. H. Sc.*, I, *1* (juil.-sept. 1947), 96.

Michel (H.), Introduction à l'étude d'une collection d'instruments anciens, in *Rev. H. Sc.*, I, *1* (juil.-sept. 1947), 96.

Gesnerus, in *Rev. H. Sc.*, I, *2* (oct.-déc. 1947), 176-177.

Leflon (J.), Gerbert, in *Rev. H. Sc.*, I, *2* (oct.-déc. 1947), 178-179.

Huygens (Ch.), Œuvres complètes (t. XXI), in *Rev. H. Sc.*, I, *2* (oct.-déc. 1947), 179-180.

Nordenmark (N. V. E.), Fredrik Mallet och Melanderhjelm, tva Uppsala-astronomer, in *Rev. H. Sc.*, I, *2* (oct.-déc. 1947), 180-181.

Saint-Hilaire (A. de), Esquisse de mes voyages au Brésil et Paraguay, in *Rev. H. Sc.*, I, *2* (oct.-déc. 1947), 181-182.

Izquierdo (J.), Bernard creador de la medicina cientifica, in *Rev. H. Sc.*, I, *2* (oct.-déc. 1947), 182-183.

Pasteur, Correspondance, réunie et annotée par Pasteur-Valéry-Radot (t. I), in *Rev. H. Sc.*, I, *2* (oct.-déc. 1947), 183-184.

Lot (F.), Charles Nicolle, préf. de J. Rostand, in *Rev. H. Sc.*, I, *2* (oct.-déc. 1947), 184-185.

The Svedberg ; Andreas Speiser, in *Rev. H. Sc.*, I, *2* (oct.-déc. 1947), 185.

Pledge (H. T.), Science since 1500. A short History of mathematics, physics, chemistry, biology, in *Rev. H. Sc.*, I, *2* (oct.-déc. 1947), 185-186.

Les conquérants de la science (t. II), in *Rev. H. Sc.*, I, *2* (oct.-déc. 1947), 186-187.

Devaux (P.), Les aventuriers de la science, in *Rev. H. Sc.*, I, *2* (oct.-déc. 1947), 187-188.

Marti (A.), Grandes inventions, in *Rev. H. Sc.*, I, *2* (oct.-déc. 1947), 188.

Taton (R.), Histoire du calcul, in *Rev. H. Sc.*, I, *2* (oct.-déc. 1947), 188-189.

Borel (E.), Algèbre et géométrie du second degré, in *Rev. H. Sc.*, I, *2* (oct.-déc. 1947), 189.

Couderc (P.), Le calendrier, in *Rev. H. Sc.*, I, *2* (oct.-déc. 1947), 190.

Margerie (E. de), Critique et géologie. Contribution à l'histoire des sciences de la terre, in *Rev. H. Sc.*, I, *2* (oct.-déc. 1947), 190-191.

Sadoul (G.), L'invention du cinéma, in *Rev. H. Sc.*, I, *2* (oct.-déc. 1947), 191-192.

Sergescu (P.), Essais scientifiques, in *Rev. H. Sc.*, I, *3* (janv.-mars 1948), 268-269.

Lychnos, in *Rev. H. Sc.*, I, *3* (janv.-mars 1948), 269-270.

Hermès Trismégiste (Traités I à XVIII), in *Rev. H. Sc.*, I, *3* (janv.-mars 1948), 271-272.

Dain (A.), Histoire du texte d'Élien le tacticien, in *Rev. H. Sc.*, I, *3* (janv.-mars 1948), 272.

Suaudeau (R.) et Suaudeau-Deterne (C.), La renaissance de la gymnastique médicale, in *Rev. H. Sc.*, I, *3* (janv.-mars 1948), 272-273.

Kopaczewski (W.), Cl. Bernard et la physiologie, in *Rev. H. Sc.*, I, *3* (janv.-mars 1948), 275-278.

Lagrange (E.), R. Koch, sa vie et son œuvre, in *Rev. H. Sc.*, I, *3* (janv.-mars 1948), 278-279.

Whitehead (A. N.), Essays in Science and Philosophy, in *Rev. H. Sc.*, I, *3* (janv.-mars 1948), 279-280.

Binet (L.), Figures de savants, in *Rev. H. Sc.*, I, *3* (janv.-mars 1948), 280.

Guillet (L.), La France, pays de grandes découvertes, in *Rev. H. Sc.*, I, *3* (janv.-mars 1948), 280-281.

Couderc (P.), L'architecture de l'univers, in *Rev. H. Sc.*, I, *3* (janv.-mars 1948), 283-284.

Michel (H.), Traité de l'astrolabe, in *Rev. H. Sc.*, I, *3* (janv.-mars 1948), 284-285.

Hooykaas (R.), Robert Boyle. Een studie over Natuurwetenschap en Christendom, in *Arch. intern. H. Sc.*, II, *2* (janv. 1948), 338-339.

Broglie (L. de), Physique et microphysique, in *Rev. H. Sc.*, I, *3* (janv.-mars 1948), 286-287.

Guye (Ch.-E.), L'évolution physico-chimique, in *Rev. H. Sc.*, I, *4* (avr.-juin 1948), 372.

Bertrand (P.), Les végétaux vasculaires. Introd. à l'étude de l'anatomie comparée, in *Rev. H. Sc.*, I, *4* (avr.-juin 1948), 372-373.

Chauchard (P.), Le sommeil et les états de sommeil, in *Rev. H. Sc.*, I, *4* (avr.-juin 1948), 373-374.

Les explorateurs célèbres, in *Rev. H. Sc.*, I, *4* (avr.-juin 1948), 374.

Demolon (A.), L'évolution scientifique et l'agriculture française, in *Rev. H. Sc.*, I, *4* (avr.-juin 1948), 374-375.

Suzanne Colnort.

II. — INFORMATIONS

FRANCE

XIX^e^ SEMAINE DE SYNTHÈSE

La XIX^e^ Semaine de Synthèse organisée sur le thème *L'unité de l'Être. Aux sources de la vie et du psychisme* s'est tenue au Centre international de Synthèse du 3 au 11 juin 1954, sous la présidence de M. Henri Berr, directeur du Centre. De nombreux participants ont entendu les exposés ci-dessous, tous suivis de discussions :

De l'atome au cosmos. — P. Auger : *La vie dans la matière.*

A. Dauvillier : *Le cosmos : le dynamisme organisateur.*

Les premières étapes de la « vie ». — R. O. Frick : *L'aspect nouveau de la biologie.*

P. Chouard : *Le monde végétal : La vie de la plante.*

L. Plantefol : *Le monde végétal : L'épanouissement en beauté : la fleur.*

A. Tétry : *Les débuts de la vie animale. L'adaptation au milieu : natation, vol, vie arboricole, marche.*

P.-P. Grassé : *Lutte et entraide, la vie sociale : ruches, fourmilières, termitières.*

PRIX

Le Prix Binoux (Histoire et Philosophie des Sciences) pour 1953 a été décerné le 14 décembre 1953 par l'Académie des Sciences à M. Étienne Rabaud, professeur honoraire à la Faculté des Sciences de Paris, pour ses travaux sur l'histoire du transformisme.

CORRESPONDANCE DE LAVOISIER

Lors d'une nouvelle réunion qui s'est tenue le 11 janvier 1954 à l'Institut de France, le Comité pour la publication de la correspondance de Lavoisier a pris les dernières dispositions nécessaires pour la publication et la mise en vente du 1er fascicule de la correspondance ainsi que la composition du 2e fascicule. L'ensemble de la correspondance de Lavoisier comportera 4 ou 5 fascicules qui seront répartis en deux volumes.

COMMÉMORATION

Une cérémonie commémorative du centième anniversaire de la naissance du Dr Roux a été organisée par l'Institut Pasteur de Paris, le 11 décembre 1953, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne en présence de M. le Président de la République. La vie et les divers aspects de l'œuvre du Dr Roux ont été retracés par MM. J. Tréfouël, Pasteur-Vallery-Radot, J. Bordet, Coste-Floret et A. Marie.

CONGRÈS DE L'A. F. A. S.

Le Congrès annuel de l'Association française pour l'Avancement des Sciences s'est tenu du 16 au 22 juillet 1954 à Poitiers sous la présidence de M. A. Châtelet. La 17e section (Histoire et Philosophie des Sciences) présidée par M. G. Bouligand, professeur à la Sorbonne, a tenu plusieurs séances dont certaines furent organisées en liaison avec les sections de mathématiques, de mécanique, de physique et de chimie. La plupart des exposés présentés se rattachaient au problème des interactions entre les diverses disciplines scientifiques.

EXPOSITIONS

A l'occasion du 70e anniversaire des inventions du comte H. de Chardonnet (1839-1924), fondateur de la première usine de textiles artificiels, le Conservatoire des Arts et Métiers et le Syndicat français des Textiles artificiels ont organisé du 26 mai au 26 juin 1954 dans une salle du Musée du Conservatoire une exposition consacrée à la vie et aux travaux du comte de Chardonnet.

Divers souvenirs de l'inventeur, tirés d'archives familiales ou publiques : autographes, cahiers de cours de l'École polytechnique, correspondances, tableaux, documents sur ses recherches et sa découverte, premiers objets fabriqués, documents sur la création de l'usine de Besançon, brevets français et étrangers, correspondance commerciale constituaient un ensemble documentaire très intéressant. On remarquait particulièrement le manuscrit du premier brevet, les filières qu'avait inventées le

comte de Chardonnet, l'une des toutes premières échevettes, les lettres relatives à la construction et aux essais de la première machine à filer et l'un des premiers métiers utilisés par le comte de Chardonnet. Une maquette animée, exposant la fabrication actuelle des textiles artificiels dans une usine moderne complétait heureusement cette exposition.

***

A l'occasion du VIII[e] Congrès international de Botanique, le Muséum national d'Histoire naturelle a organisé, de juillet à fin septembre 1954, dans la Nouvelle Galerie de Botanique, une exposition inaugurée le 29 juin, intitulée « Images de Fleurs ». Les documents ont été rassemblés par Mme Duprat, conservatrice de la Bibliothèque du Muséum, et par M. F. Bourdier, chef adjoint du Service national de Muséologie des Sciences naturelles, avec l'aide des services du Muséum et de la Bibliothèque nationale. La présentation, très bien réussie, en était due au Service de Muséologie, sous la direction de M. Jacques Barré.

Les organisateurs ont tenu à montrer principalement le rôle qu'a joué au cours des siècles, la représentation florale dans les différentes formes d'art : enluminures des manuscrits d'Orient et du Moyen Age italien et français, illustrations des livres du XV[e] au XX[e] siècle, dessins, aquarelles, pastels, gravures, faïences, porcelaines et céramiques, tapisseries, tissus, peintures sur soie de Chine, boîtes en laque du Japon, objets de bronze ou de cuivre, timbres-poste. Cent cinquante des 3.000 « vélins de plantes » du Muséum, depuis ceux de Nicolas Robert jusqu'à ceux de Pierre-Joseph Redouté, ont été exposés dans une galerie centrale, pour la première fois en aussi grand nombre depuis 1926. L'art photographique n'a pas été oublié : il remplace aujourd'hui les vélins anciens, et le visiteur pouvait, en terminant sa promenade à travers l'exposition, assister à une présentation de photographies en couleurs de plantes et de fleurs. L'histoire du « Jardin du Roy », puis du « Jardin des Plantes » était retracée par quelques plans, vues perspectives et gravures. Des portraits, des ouvrages des grands botanistes, une vitrine consacrée à Jean-Jacques Rousseau, une autre à l'impératrice Joséphine et à son intérêt pour les fleurs, d'autres encore aux fleurs étranges, aux fruits, aux orchidées, aux représentations florales en Extrême-Orient, complétaient cette exposition dont la portée était plus grande que ne le laissait supposer son titre, et qui constituait une véritable « Histoire de la Botanique par les documents », comme peut en témoigner la lecture de l'excellent petit *Guide de l'Exposition*, rédigé par Frank Bourdier.

Suzanne Delorme.

***

SOCIÉTÉ D'ÉTUDE DU XVII^e SIÈCLE

La « Société d'étude du XVII^e siècle » organise pour le cycle 1954-1955 une série de conférences sur la science au XVII^e siècle. Les conférences se donnent au « Nouveau Cercle », 288, boulevard Saint-Germain, à 14 h. 45.

13 novembre 1954, M. Robert LENOBLE, *La représentation du monde physique à l'époque classique.*

11 décembre, M. Maurice CAULLERY, *La biologie au XVII^e siècle.*

29 janvier 1955, M. Charles BEDEL, *La pharmacie au XVII^e siècle.* (Cette conférence sera faite à la Faculté de Pharmacie, 4, avenue de l'Observatoire, et sera suivie d'une visite du Musée de la Faculté.)

19 février, R. P. François DE DAINVILLE, *L'enseignement des mathématiques chez les Classiques.*

26 mars, M. Alexandre KOYRÉ, *La vie et l'œuvre de Képler.*

21 mai, M. Maurice DAUMAS, *La vie concrète du savant au XVII^e siècle.*

Le texte de ces conférences sera ensuite publié dans un volume de la revue *XVII^e siècle.*

ITALIE

ENSEIGNEMENT DE L'HISTOIRE DES SCIENCES

Le P^r Antonio Favaro, justement renommé pour ses importantes études sur Léonard de Vinci et sur Galilée et pour sa collaboration à l'édition nationale des œuvres de Galilée, a tenu à l'Université de Padoue un cours d'histoire des mathématiques pendant huit années, dans la première décade du XX^e siècle.

Le P^r Gino Loria, professeur émérite de l'Université de Gênes, ancien président de l'Académie internationale d'Histoire des sciences, a tenu un cours d'histoire des mathématiques, pendant plusieurs années avant la seconde guerre mondiale.

A l'Université de Rome le célèbre géomètre et philosophe Federigo Enriquès avait institué, depuis 1930, un cours de perfectionnement en histoire des sciences.

Lorsqu'à la suite de malheureuses persécutions raciales F. Enriquès dut se retirer, son Institut continua à fonctionner sous la direction du célèbre géomètre F. Severi. En 1941, M. Elio Migliorini y enseignait l'histoire de la géographie, M. Silvestro Baglioni l'histoire de la médecine, M. Jean Vacca, l'histoire des mathématiques, M. Pio Emanuelli, l'histoire de l'astronomie et M. Raffaele Giacomelli l'histoire de l'aérodynamique.

Actuellement, à l'Université de Rome, M. A. Frajese donne un cycle de leçons sur l'histoire des mathématiques — notamment sur Euclide et sur Platon — et M. T. Collodi, un cycle de conférences sur l'histoire de la physique.

A l'Université de Milan M. U. Cassina enseigne l'histoire des mathématiques, tandis qu'à l'Université de Turin le même enseignement a été assuré par le Pr Ludovico Geymonat pendant les années 1946-50. Depuis l'année académique 1950-51, le Pr Ettore Carruccio a été chargé du cours. Les leçons de L. Geymonat sont réunies dans le livre : *Histoire et Philosophie de l'analyse infinitésimale* (Levrotto & Bella, Turin 1947 (1) ; celles de M. Carruccio dans le livre : *Mathématique et logique dans la pensée contemporaine*, (Gheroni, éd. Turin, 1re édit. 1951, 2e édit. 1952) (2).

A Gênes M. A. Natucci a fait au cours des années 1948-1953, des cours d'histoire des mathématiques sur le développement historique de l'arithmétique générale et de l'algèbre ; pendant l'année 1953-54 il a traité de l'histoire générale des mathématiques depuis l'antiquité jusqu'à la fin du moyen âge. M. Loria a légué sa riche bibliothèque pour la fondation d'une chaire d'histoire des mathématiques, cet enseignement aura, à partir de l'année prochaine, un caractère officiel.

Pour l'enseignement de l'histoire de la médecine et de la pharmacie on pourra se reporter aux *Archives internationales d'histoire des sciences* (nº 26, janvier-mars 1954, pp. 117-118).

Au cours de la quatrième réunion du groupe italien d'histoire des sciences, qui s'est tenue à Milan, les 13 et 14 avril 1954, M. le Pr A. Natucci a lu une notice commémorative consacrée au regretté Gino Loria.

A Pise la Domus Galileiana organise, depuis 1953, des séries de conférences d'histoire des sciences.

A. Natucci.

***

Nous avons appris avec un très vif regret le décès survenu le 30 janvier 1954, à Gênes, de l'éminent historien des mathématiques Gino Loria, professeur émérite à l'Université de Gênes, ancien président de l'Académie internationale d'Histoire des Sciences.

***

Le XIVe Congrès international d'Histoire de la Médecine s'est tenu à Rome et à Salerne du 13 au 20 septembre 1954. Un compte rendu en sera donné dans un prochain fascicule de cette revue.

***

Le VIIIe Congrès international d'Histoire des Sciences aura lieu, en septembre 1956, à Florence, Pise et à Milan.

(1) *Storia e filosofia dell' analisi infinitesimale*, Torino, 1947.

(2) *Matematica e Logica nella storia e nel pensiero contemporaneo*, 1re éd., Torino, 1951 ; 2e éd., 1952.

PAYS-BAS

La Société néerlandaise pour l'Histoire des Sciences exactes, naturelles et médicales (Genootschap voor Geschiedenis der Geneeskunde, Wiskunde en Naturwetenschappen) a tenu une réunion le 25 avril 1954, au Teylers Museum de Haarlem.

*
* *

Une exposition consacrée à la microscopie a été organisée au Musée national d'Histoire des Sciences exactes et naturelles (Leyde, Steenstraat 1*a*) du 25 juin au 19 septembre 1954. On y trouvait de nombreux microscopes dont certains étaient en démonstration, des dessins, des manuscrits, des portraits, etc. Un catalogue détaillé garde la trace de cette exposition.

SUISSE

La réunion annuelle de la Société helvétique pour l'Histoire de la Médecine et des Sciences (Schweizer Gesellschaft für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften) s'est tenue à Altdorf (Uri), du 2 au 27 septembre 1954 en liaison avec la 134e réunion annuelle de la Société helvétique des Sciences naturelles. Les principaux thèmes d'exposés et de discussions furent :

*Nicolaus Steno et la paléontologie au XVII*e *siècle* (Pr B. Peyer).

Jakob I Bernoulli et son temps (Dr E. Fueter).

Commémoration du centenaire du biochimiste Paul Ehrlichs (Pr Karrer).

ANALYSES D'OUVRAGES

O. Neugebauer, *The exact Sciences in Antiquity*, Ejnar Munksgaard, Copenhagen, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, Geoffroy Cumberlege Oxford University Press, London, 1951, 16 × 23 cm., IX-191 p., 14 hors-texte.

Cette mise au point de nos connaissances sur les sciences exactes dans l'Antiquité est un arrangement de 6 conférences de l'auteur, faites en fin 1949 à Cornell University. La division en 6 chapitres correspond à l'ordre des conférences. Chaque chapitre est suivi de très abondantes notes, fort précieuses.

Chapitre Premier. — Nombres.
— II. — Mathématiques babyloniennes.
— III. — Les Sources, leur déchiffrement et leur estimation.
— IV. — Mathématiques et Astronomie égyptiennes.
— V. — Astronomie Babylonienne.
— VI. — Origine et transmission de la Science hellénistique.

Les hors-texte sont des reproductions photographiques de tablettes et de papyrus.

La richesse de la documentation, sa sûreté, l'originalité des vues de l'auteur sur bien des points de vue, recommandent la lecture et l'étude de cet ouvrage.

On ne répétera jamais assez que tout le travail des historiens de la science grecque du siècle dernier et du début de celui-ci doit être soumis à une sérieuse révision s'appuyant sur les documents nouveaux apportés principalement par le déchiffrement des tablettes babyloniennes.

Le petit ouvrage de M. Neugebauer, qui vient à la suite de ses nombreux travaux, apporte une importante contribution à cette remise à l'étude de la science antique.

La science mathématique babylonienne paraît solidement constituée dès le début du second millénaire avant notre ère. Elle est essentiellement une arithmétique et une algèbre. Son outil de calcul est l'admirable numération sexagésimale qui va pardurer partiellement jusqu'à nos jours. Les astronomes grecs l'adopteront en effet vers le IIe siècle avant Jésus, mais du côté descendant, pour les fractions, seulement. Pour les entiers ils gardent les procédés Hellènes, fondés sur la numération décimale. Ce caractère hybride fait perdre à la méthode, en tant que procédé de calcul, une grande partie de sa précision. Lorsque l'on doit vérifier des calculs de Ptolémée par exemple, il est souvent préférable soit de les effectuer complètement en décimales, et de traduire ensuite en sexagésimales, soit de travailler directement en sexagésimales, tant pour la partie entière que pour la

partie fractionnaire. La lourdeur avec laquelle Théon d'Alexandrie, le commentateur de Ptolémée, expose la technique de l'extraction des racines carrées montre qu'au IVe siècle de notre ère la logistique babylonienne est à peu près complètement oubliée dans le monde gréco-romain. Au XIIe siècle Jean de Séville extraira ces racines par un procédé qui revient à l'utilisation tacite des décimales, mais qui se termine par une conversion en sexagésimales. La forme babylonienne va ainsi se survivre jusqu'à la fin du XVIe siècle, où Stevin, par l'utilisation systématique de la numération décimale de position dans les deux sens, permettra des calculs finalement plus aisés que ceux nés sur les bords du Tigre et de l'Euphrate.

La logistique ou arithmétique de Babylone se prolonge en une algèbre qui s'étend jusqu'au second degré. Il y a lieu de penser que cette algèbre est sous-jacente à la géométrie hellénistique, malgré l'absence de documents formels du IIIe siècle. Cette absence de documents peut provenir de la façon même dont nous ont été communiqués les savoirs grecs et babyloniens. La tradition grecque est en grande partie une tradition consciente où seul le meilleur, le plus recherché, le plus abstrait, a été transmis. La babylonienne est au contraire une tradition involontaire, fortuite, due aux hasards des guerres, des sacs de villes conquises, des incendies. Elle nous transmet le quotidien, le terre à terre, devoirs d'élèves, brouillons de calculs, énoncés d'exercices scolaires. Il est donc impossible, actuellement, de faire un parallèle valable entre les deux civilisations, au point de vue mathématique.

Toutefois, comment ne pas être frappé du caractère logistique et algébrique des « Notions communes » par lesquelles s'ouvrent les Éléments d'Euclide ? : les grandeurs égales à une même grandeur, sont égales entre elles ; si à des grandeurs égales, on ajoute des grandeurs égales, les touts seront égaux ; et de même si l'on retranche ; le tout est plus grand que la partie.

On sent que, lorsqu'il fallut constituer une géométrie scientifique, on emprunta le plus possible de propositions fondamentales à l'art du calcul, déjà millénaire.

Cette géométrie savante est-elle d'ailleurs le fait des seuls Hellènes ? Babyloniens et Égyptiens n'y eurent-ils pas leur part ? Les documents accessibles aujourd'hui révèlent l'existence d'une géométrie empirique fort ancienne, mais ne permettent pas d'affirmer l'existence au IIe millénaire d'une géométrie logique autonome. Il est toutefois parfaitement établi que le théorème dit de Pythagore sur le carré de l'hypoténuse, est connu depuis les débuts mêmes de la mathématique babylonienne. Or, l'acquisition de cette proposition fondamentale, impossible par des procédés purement empiriques nécessite un effort d'abstraction déjà fort élevé. D'autre part, plusieurs tablettes donnent des évaluations approchées d'aires de polygones réguliers qui sont souvent excellentes et qui ont parduré dans la géométrie pratique, par l'intermédiaire entre autres, de la tradition héronienne, jusqu'à notre époque. Il y a là une forme de pensée scientifique de la plus haute importance puisqu'elle est à la base des sciences d'observation, des sciences expérimentales et des techniques. Son histoire mériterait de retenir l'attention des chercheurs.

Elle trouve son application à l'astronomie, dans les milieux babyloniens, vers le IIIe siècle avant notre ère, sous les Séleucides. La science qui se développe, ainsi, fondée sur des calculs systématiques d'interpolation linéaire que M. Neugebauer soumet à une étude serrée, ne le cède en rien, quant à la précision,

aux méthodes grecques. S'il est difficile encore d'en écrire l'histoire, on en sent dès maintenant toute l'importance.

On peut dire que désormais, pour l'historien qui voudrait bien s'y consacrer, tout un plan de travail apparaît : faire abstraction tout d'abord des hypothèses actuelles, insuffisamment appuyées par les documents, sur la science grecque antérieure au IIIe siècle ; réétudier ensuite les documents scientifiques grecs, hindous et arabes à la lumière des documents cunéiformes accessibles. Un tel travail, fort pénible certes, serait des plus rentables.

Jean ITARD.

José Mª MILLÁS VALLICROSA, *El libro de la « Nova Geometria »*, de Ramon LULL, Edición crítica con introducción y notas. Asociación para la historia de la ciencia española, Barcelona, 1953, 17 × 23 cm., 105 p., deux hors-texte.

L'ouvrage est formé d'une introduction, en espagnol, de 52 pages, et du texte latin de la *Nova Geometria*. Ce texte a été établi sur un manuscrit de la bibliothèque provinciale de Palma de Majorque, du XIVe siècle, dont les hors-textes donnent la reproduction photographique des fol. 20r et 26r. Ont été consultés également deux manuscrits de la Staatsbibliothek de Munich, des XVe et XVIIe s.

La *Nova Geometria* fut écrite par Raymond Lulle, à Paris, en 1299. Pour qui ignorerait les ouvrages de Léonard de Pise, de Jordanus Nemorarius, de Campanus, ou même de Sacrobosco, elle donnerait une bien mauvaise opinion du savoir mathématique au XIIIe siècle.

En fait, elle est un exemple typique de l'incompréhension mathématique.

Si cette savante et scrupuleuse édition n'apporte ainsi aucune nouvelle contribution à notre connaissance de la science au moyen âge, elle sera utile aux historiens du « Docteur Illuminé (?) ».

Jean ITARD.

Oystein ORE, *Cardano the gambling Scholar*, with a translation from the latin of Cardano's *Book on Games of Chance*, by Sydney Henry GOULD. Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 1953, 14 × 22 cm., XIV-249 p., 29 fig., 4 pl. hors-texte. Prix : 4 $ relié sous jaquette.

Gerolamo Cardano (Jérôme Cardan, 1501-1576) est à la fois un des personnages les plus pittoresques du XVIe siècle, un des auteurs les plus populaires de son époque, un propagandiste du mysticisme et de l'occultisme et un savant dont les importantes contributions personnelles, trop souvent dissimulées sous un fatras de commentaires pittoresques ou hermétiques, n'ont pas toujours été reconnues à leur juste valeur.

Professeur de mathématiques à Yale University, O. Ore, attiré par goût personnel vers les problèmes liés aux jeux de hasard, a voulu dans cet ouvrage montrer l'importance des contributions de Cardan à la théorie des jeux de hasard. Son ouvrage se divise en deux parties : une étude de la vie et de l'œuvre de Cardan, orientée plus spécialement vers ses recherches sur la science du hasard, et une traduction anglaise de son *Liber de Ludo Aleae*, réalisée par S. H. Gould. L'étude originale de O. Ore est illustrée de 29 reproductions de gravures sur bois tirées des

œuvres de Cardan ou d'auteurs contemporains, et de 4 planches hors-texte (portrait de Cardan, cartes à jouer de l'époque, tableaux de Zuccaro et de Caravaggio représentant des joueurs de cartes) ; une bibliographie sommaire termine cette partie, tandis qu'un index des personnes et un index des sujets se trouvent à la suite de la traduction du *Liber de Ludo Aleae*.

O. Ore étudie successivement la vie orageuse de Cardan, son caractère énigmatique, les querelles scientifiques auxquelles il fut mêlé, sa vie de joueur et ses études sur la science du jeu. Les premiers chapitres brossent un tableau très vivant de la vie scientifique dans l'Italie du XVI^e^ siècle et des controverses très vives qui y éclatèrent. Les deux derniers chapitres décrivent la passion de Cardan pour le jeu et présentent son livre sur le jeu comme une anticipation déjà très élaborée du calcul des probabilités. Certes O. Ore reconnaît que le livre sur les jeux du hasard contient nombre de passages obscurs et plusieurs erreurs assez graves. Cependant il y voit un essai systématique pour appliquer des principes généraux aux règles des jeux, et cet essai lui paraît réussi dans une large mesure. Il donne plusieurs exemples de lois du calcul des probabilités comprises plus ou moins clairement par Cardan. Certes le *De Ludo Aleae*, resté manuscrit et inconnu jusqu'en 1663, date où il fut publié dans les *Œuvres complètes* de Cardan, ne put exercer d'influence sur les premières étapes de l'édification du calcul des propabilités accomplies par Pascal, Fermat et Huygens. Mais cette œuvre n'en constitue pas moins une anticipation de grande valeur. Cette réexamination de cette œuvre, beaucoup plus favorable à Cardan que ne l'étaient les commentaires antérieurs de Todhunter et de M. Cantor (1), semble très convaincante. Sa seule faiblesse, semble-t-il, est d'être fondée sur une traduction en anglais moderne de l'œuvre étudiée. Il serait du plus haut intérêt pour l'histoire du calcul des probabilités et pour la connaissance de l'œuvre de Cardan de vérifier si cette traduction ne donne pas à une pensée du XVI^e^ siècle une précision et une logique qu'elle n'avait pas toujours. La meilleure méthode pour en juger serait de comparer la traduction de S. H. Gould, avec une autre, réalisée indépendamment et dans une langue différente, en français par exemple.

Quoi qu'il en soit, dans l'étude de O. Ore et dans la traduction qui l'accompagne les historiens des sciences du XVI^e^ siècle et les historiens des mathématiques trouveront nombre d'éléments nouveaux du plus haut intérêt.

R. Taton.

Desiderio Papp, *El Problema del Origen de los Mundos*, Buenos Aires-Mexico, Espasa-Calpe Argentina, S. A., 2^e^ éd., 1951, « Coleccion Austral », 12 × 18 cm., 159 p.

Dans la « série marron » de la « Coleccion Austral », spécialement consacrée à la science et à la technique, le P^r^ D. Papp a publié en 1950 cette très claire histoire des théories cosmogoniques dont nous analysons la seconde édition. Destinée à un large public, cette étude se présente avec un minimum de notes, de précisions

(1) I. Todhunter, *A History of the Mathematical Theory of Probability from the Time of Pascal to that of Laplace*, London, 1865. Réimpression, Chelsea Publishing Co., New York, 1949.

M. Cantor, *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik*, t. II, Leipzig, 1900.

techniques et de références bibliographiques. Cependant l'exposé reste très solide et s'appuie sur une bonne connaissance des textes originaux. L'ouvrage se divise en 7 chapitres : Les idées préscientifiques sur l'origine des mondes ; les premières cosmogonies scientifiques (Buffon, Kant) ; l'hypothèse de Laplace ; transition vers les idées modernes (Faye, See, du Ligondes, Arrhenius) ; la grande synthèse de Jeans ; intermède cosmologique : l'Univers courbe et fini ; révolution dans la cosmogonie : Lemaître et l'atome primitif. L'accent porté sur les théories modernes amènera probablement l'auteur à étudier, dans une prochaine édition, certaines théories qui ont pris une assez large extension depuis la publication de son ouvrage. Peut-être regrettera-t-on que l'étude de toutes les théories cosmogoniques antérieures au XVIII^e siècle soit faite un peu rapidement : le premier chapitre qui, partant de la *Genèse* et des théories égyptiennes, va jusqu'à Newton, ne comporte en effet que 15 pages. Il est vrai que, du point de vue scientifique, ces théories reposent sur des bases bien fragiles ; mais leur influence sur le développement des idées est cependant assez marqué pour que l'histoire des sciences ne puisse les négliger.

Malgré cette légère remarque, ce petit ouvrage doit être considéré comme un exemple de très bonne vulgarisation. Malgré son souci de simplicité et de clarté, l'auteur réussit en effet à présenter les diverses théories sans les déformer, ce qui est loin d'être toujours le cas dans des ouvrages de ce genre.

R. Taton.

Pierre Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, préface de Louis de Broglie, traduction de Philip P. Wiener, Princeton, Princeton University Press, 1954, 16 × 24 cm., 344 p., index. Prix : $ 6.00.

Cet ouvrage classique, publié pour la première fois dans sa traduction anglaise en 1906, développe les théories de Duhem sur le rôle logique de l'hypothèse, sur ses relations avec les lois découvertes expérimentalement, ainsi que sur les problèmes de mesure et de vérification. L'intérêt de la présente réédition vient principalement de la préface que Louis de Broglie consacre à la vie et à l'œuvre de l'auteur. Il souligne le rôle important de Duhem en tant qu'historien des sciences, son sens profond de l'évolution qui lui permit de retrouver les racines de l'impulsion donnée à l'époque de la Renaissance et dans les temps modernes aux sciences exactes, mécanique, astronomie et physique, parmi les travaux obscurs et méconnus des chercheurs du Moyen Age. Dans son grand ouvrage en trois volumes sur Léonard de Vinci, Duhem sut rendre hommage aux savants des universités médiévales et, spécialement, à ceux de l'Université de Paris.

S. Colnort.

G.-O. Duvic, *Louis Pasteur, l'immortel bienfaiteur*, Paris, Larousse (« Contes et gestes héroïques »), 1953, 14 × 19 cm., 131 p., 4 pl. hors-texte, ill., par M. Toussaint et A. Chanson. Prix : 365 fr.

Cette nouvelle biographie de Pasteur n'a pas la prétention d'ajouter d'éléments nouveaux à la connaissance de la vie et de l'œuvre du grand savant français. Publiée dans une collection destinée à la jeunesse, elle s'efforce — avec succès

d'ailleurs — de montrer la grandeur d'une belle vie, tout entière orientée vers le progrès de la science et la protection de l'humanité contre certains des fléaux qui l'assaillent.

Quoique l'aspect technique des découvertes de Pasteur soit délibérément sacrifié au profit d'éléments biographiques, pittoresques ou sentimentaux, la lecture d'un tel ouvrage ne peut qu'être vivement conseillée, en particulier aux élèves du premier cycle de l'enseignement du second degré.

R. Taton.

G. H. M. Lawrence et al. — *Plant genera* (n° 3 du vol. 14 de *Chronica Botanica*), Waltham, Mass : the Chronica Botanica Co., Librairie P. Raymann & C^ie^, Paris (6^e^). Prix : $ 2.00.

Ce fascicule comprend deux parties ; la Première est une sorte d'introduction de Theodor Just, intitulée « Synopsis générique et taxinomie moderne ». Just montre que par suite de la découverte de plantes nouvelles, une révision de la classification s'impose. En moins de soixante-quinze ans, la flore de l'Afrique du Sud compte 601 genres nouveaux. Il fait un historique des diverses conceptions du genre et donne la position de l'Association internationale de la taxinomie végétale et les notions qu'elle préconise. Dans cette partie, les verso des pages sont une reproduction de la page de titres ou d'une page de texte d'ouvrages classiques et anciens de botanique (Tournefort, Linné, Micheli, Endlicher, de Jussieu, Retzius...).

La Deuxième Partie est consacrée à un symposium sur les genres en botanique, organisé par la Société Américaine des taxinomistes végétaux en septembre 1952.

G. H. M. Lawrence analyse la nature et la définition du genre en botanique ; les autres collaborateurs envisagent le rôle de quelques disciplines dans la délimitation du genre, et notamment l'anatomie (I. W. Bailey), l'anatomie florale (A. J. Eames), la cytogénétique (R. C. Rollins), la cytologie et l'embryologie (M. S. Cave), la géographie botanique (H. L. Mason). Chaque exposé se termine par une liste bibliographique.

La simple énumération des sujets traités montre tout l'intérêt de cette importante contribution à la question si complexe du concept du genre.

A. Tétry.

W. B. Turrill. — *Pioneer plant Geography. The phytogeographical Researches of Sir Joseph Dalton Hooker.* (*Lotsya. A biological Miscellany*, vol. 4), Edit. Martinus Nijhoff, La Haye, 1953, 1 vol. toile, 18 × 23 cm., 268 p., 21 planches. Prix : 19 florins.

La phytogéographie a pris actuellement un considérable essor. Les études phytogéographiques comportent trois étapes principales : la collection des faits, la classification et l'analyse de ces faits, leur interprétation qui permet des généralisations. Il n'est pas sans intérêt de rechercher les méthodes et les résultats obtenus par les pionniers de cette science relativement récente.

J. D. Hooker est né à Halesworth dans le Suffolk le 30 juin 1817 ; il est mort à Sunningdale le 10 décembre 1911. Sa biographie a été retracée par L. Huxley en 1918.

A l'origine Hooker était essentiellement un taxinomiste. Il a publié de nombreuses flores : flore de l'Inde anglaise, *Genera Plantarum*, flores antarctiques de Tasmanie et de Nouvelle-Zélande. Mais ses travaux renferment des indications de phytogéographie. Elles sont surtout « floristiques ». Il écrivait avant que le mot écologie ait été inventé. Beaucoup de ses observations anticipent la théorie de l'évolution énoncée par Darwin en 1859. Les travaux phytogéographiques de Hooker s'étendent sur les périodes pré- et post-évolutives. Hooker n'est pas le fondateur de la phytogéographie ; ce titre est généralement attribué à A. von Humboldt (1769-1859). Mais les travaux de Hooker sur la distribution des plantes sont importants et nouveaux pour l'époque. Et l'objet du présent volume est de présenter une étude critique de la contribution de Hooker à la géographie botanique. Le plan adopté est géographique ; les différents chapitres sont successivement consacrés aux missions et explorations dans l'Arctique, Syrie et Palestine, Indes, Afrique, Amérique du Nord, Galapagos, Antarctique. Hooker a travaillé avec ses propres collections et avec les herbiers de Kew (il a été directeur du jardin royal de Kew de 1865 à 1885).

Les travaux de Hooker apportent une contribution intéressante à la phytogéographie et principalement pour les pays de l'hémisphère sud.

A. Tétry.

H. Harant et J. Rioux, Le paludisme autochtone en Languedoc-Roussillon (Historique-Régression), *Rev. Pathol. Gén. Comp.*, n° 652, 1240-1251, 1953.

Les auteurs envisagent dans la Première Partie de ce travail l'histoire du paludisme autochtone dans cette partie de la France. La maladie a surtout sévi du XI^e^ au XVIII^e^ siècle (le nombre des habitants d'Aigues-Mortes passe de 15.000 à 1.500 habitants en 1714) ; le XIX^e^ siècle voit sa diminution progressive.

Au début du XX^e^ siècle on n'enregistre que deux flèches épidémiques, l'une de 1915 à 1920, l'autre de 1939 à 1942. Dans les deux cas, il s'agissait d'un paludisme d'apport (Proche-Orient, péninsule Ibérique). Parmi les causes de régression, les auteurs considèrent comme primordial le facteur thérapeutique inéluctablement lié à l'amélioration des conditions de vie.

J. Théodoridès.

Alfred Chapuis, *A.-L. Breguet pendant la Révolution française*, Neufchâtel Éditions du Griffon, et Paris, Dunod, 1953, 21 × 28 cm., 122 p. Prix : 3.650 fr., relié.

Ce livre qui a été écrit pour le plaisir du conteur, a été édité pour celui du lecteur. Tiré à 1.000 exemplaires, il bénéficie d'une présentation particulièrement soignée, à laquelle nous ont d'ailleurs habitués les éditeurs suisses des ouvrages traitant d'horlogerie. Il est en réalité un recueil d'articles, mais on pourrait presque dire un recueil de souvenirs, parus dans *La Suisse horlogère* et dans la *Revue internationale d'horlogerie*. Seule la grande érudition de M. Chapuis pouvait permettre de tirer de la correspondance de Breguet et de ses amis ou collaborateurs, l'évocation d'une période de l'existence du grand horloger, à la manière d'un auteur qui rapporterait, au fil de la plume, de menus événements dont il aurait été le témoin. Et ces événements assemblés ainsi prennent un intérêt particulier. Il

s'agit d'abord d'une période où le rythme quotidien de la vie s'est trouvé brusquement interrompu, même pour le plus humble des personnages. Mais il s'agit aussi d'un ouvrier incomparable, d'un artiste qui a marqué de son cachet personnel l'horlogerie de son temps et qui a formé quelques-uns des horlogers les plus réputés du XIXe siècle.

Établi à Paris en 1775, Abraham-Louis Breguet avait 38 ans au début de la Révolution. C'est à partir de ce moment que M. Chapuis le suit pas à pas. D'abord à Londres, où Breguet fit plusieurs séjours en 1789, 90 et 91. Les lettres de son associé à Paris, permettent à l'auteur de montrer comment un contemporain voyait se dérouler sous ses yeux les grands événements historiques et de mettre presque en scène les principaux clients de Breguet qui étaient tous des personnages les plus brillants de l'Ancien Régime. Breguet fabriquait des montres de luxe d'une présentation et d'une facture nouvelles, remarquables par leur riche ornementation aussi bien que par la complication des mécanismes qui donnaient pour la plupart d'entre eux de nombreuses indications. M. Chapuis note tout au long de son ouvrage les rapports de Breguet avec ses clients au cours de cette période, aussi bien à Londres qu'à Paris et en Suisse.

Originaire de Neufchâtel, Breguet, retourna en Suisse lorsqu'il sentit qu'il commençait à devenir suspect ; il y séjourna pendant deux ans, mais son atelier du quai de l'Horloge continua à fonctionner. Les documents qu'a utilisés M. Chapuis nous montrent comment s'établissaient les relations entre Boulanger, son chef d'atelier à Paris, et Breguet au cours de ses séjours à Neufchâtel, à Genève et enfin au Locle ; ils nous font assister aux difficultés que les événements politiques suscitaient dans la vie de l'atelier : réquisition des ouvriers et des locaux, raréfaction des matériaux, auxquelles s'ajoutait l'animosité politique entre différentes personnes. Les efforts de Breguet, couronnés de succès, pour s'établir au Locle ont eu une influence sur l'industrie horlogère de la région. Au passage, M. Chapuis parle des pièces les plus importantes que Breguet construisit ou eut à réparer à ce moment et surtout de certaines de ses inventions ; il s'agit des montres à tact pour lire l'heure la nuit, de l'échappement à tourbillon, des montres à remontage automatique, des montres et pendules à quantième perpétuel, des pendules sympathiques. Les détails qu'il nous donne sur elles sont souvent fragmentaires ici. Mais toutes ces inventions ont été souvent décrites et M. Chapuis a eu l'occasion d'en parler lui-même dans d'autres publications.

L'intérêt de ces pages est de mettre en relief les méthodes de travail d'un grand horloger. L'industrie horlogère a créé très tôt des pratiques qui ne se sont étendues qu'avec un siècle ou deux de décalage aux industries de mécanique de précision ; c'est elle qui a innové aussi bien pour l'utilisation de la machine-outil que pour la division du travail et la spécialisation des ouvriers. Les renseignements qui abondent sur les différents ouvriers de Breguet, la façon dont ils ont été choisis, formés et suivis, la part qu'ils ont prise à ses réalisations, constituent un tableau très vivant de cette activité.

Breguet est rentré à Paris en avril 1795, et les dernières pages du livre sont consacrées à un résumé de sa carrière à la suite de cette période. L'ouvrage de M. Alfred Chapuis, auquel a collaboré M. Claude Breguet, retiendra l'attention aussi bien des historiens de la Révolution et de ceux des techniques que des lecteurs moins spécialisés.

M. Daumas.

Un demi-siècle de progrès dans les travaux publics et le bâtiment (1903-1953), numéro spécial édité par le *Moniteur des Travaux publics et du bâtiment*, Paris, 1953, 24 × 31 cm., 211 et CXCI p., illustr. Prix : 1.250 fr.

Cet ouvrage collectif est dû à des ingénieurs et à des constructeurs français. Ils ont réussi à présenter une bonne synthèse des problèmes de l'évolution, depuis un demi-siècle, du bâtiment en France. Désormais, la construction et la reconstruction, doivent être l'œuvre de techniciens avertis qui ne sauraient se passer de bases scientifiques. L'entrepreneur doit se faire ingénieur. La mécanisation de la construction, pour donner de bons résultats, s'accompagnera de l'utilisation de matériaux préparés en vue d'un montage rapide. L'architecture n'ignorera plus l'urbanisme ; ses normes essentielles seront la sincérité et la sobriété.

S. COLNORT.

J. von ZENNECK, *Fünfzig Jahre Deutsches Museum*, publié par les musées allemands, München, 1953, 21 × 30 cm., 120 p., fig., 238 photos.

Der Wiederaufbau des Deutschen Museums, introd. par Robert POEVERLEIN, München, 1953, 23 × 26 cm., 62 p., 54 photos.

Eugen ROTH, E. M. CORDIER, *Unser Deutsches Museum*, München, 1953, 13 × 19 cm., 36 p., illustr.

Il faut retenir de ces belles publications les photographies de divers appareils intéressants pour l'histoire des sciences, par exemple, le télégraphe électrochimique de S. Th. von Soemmering, les appareils photographiques de Daguerre, de Steinheil et de Voigtländer, une dynamo de Werner von Siemens et une autre d'Edison, la locomotive de W. Hedleyet et celle de J. A. Maffei... D'autres photographies montrent l'effort de relèvement accompli, depuis la dernière guerre, par les musées allemands.

S. COLNORT.

Actes du VII^e Congrès international d'Histoire des Sciences. Jérusalem (4-12 août 1953) (*Coll. Trav. Acad. Int. Hist. Sci.*, N° 8), Acad. Int. Hist. Sci, 12, rue Colbert, Paris (2^e), et Hermann & C^ie, édit., Paris, 1954, 663 p.

Ce très important volume donne le compte rendu des activités du VII^e Congrès International d'Histoire des Sciences organisé avec grand succès par le P^r F. S. Bodenheimer à Jérusalem en août 1953. On y trouve la liste des participants, le programme des séances et excursions, le texte des allocutions prononcées aux séances plénières et des importantes conférences des P^rs G. Sarton et J. Needham ; enfin, la plus grande partie du volume (p. 197-661) est consacrée au texte des communications présentées par les divers auteurs.

La délégation française était la plus importante et vingt communications furent faites par les membres du Groupe français. C. Bedel : Les conséquences de l'œuvre d'Antoine Bussy ; J. Belin-Milleron : L'Ethnobotanique et l'origine biocosmologique des idées de Personne et de Droit ; B. Ben Yahia : Falsification et contrôle des médicaments pendant la période islamique ; A. Birembaut : A propos des biographies de Lavoisier ; C. Brunold : Pascal et l'horreur du vide ;

P. Costabel : Note sur l'annexe au *Brouillon Project* de Desargues ; M. Courtin : La méthode historique dans l'enseignement des sciences physiques ; M. Daumas : Le carré des ombres sur les instruments occidentaux ; S. Delorme : Les correspondants de David Hume et l'histoire des Sciences ; M. Desseffy : Voies idéologiques de la science ancienne et médiévale (Lao-Tsé et Aristote) ; P. Gille : La construction navale et les méthodes scientifiques ; J. Hadamard : Histoire des Sciences et Psychologie de l'invention ; A. Koyré : Bonaventura Cavalieri et la Géométrie des continus ; M. Laignel-Lavastine : Influence de l'esprit libéral de Darius Ier dans les relations médicales indo-helléniques avant Alexandre (cette communication constitue un des derniers travaux du très regretté Pr Laignel-Lavastine qui joua un grand rôle à Jérusalem où il avait pris la tête de la délégation française et qui devait disparaître peu après son retour en France) ; P. Sergescu : Pour les Archives photographiques de l'Histoire des Sciences ; I. Simon : La Prière des Médecins, Tephilath Harofim ; R. Taton : Sylvestre-François Lacroix (1765-1843), Mathématicien, Professeur et Historien des Sciences ; J. Théodoridès : Introduction à l'étude de la Zoologie Byzantine ; M. A. Tonnelat : L'évolution de la notion de force du XVIIe au XXe siècle ; E. Wickersheimer : La « Practica » de Grégoire de Montelongo, évêque de Tripoli.

Le volume est imprimé par la Maison Turim Press Ltd. de Jérusalem et fait honneur à l'édition israélienne.

J. Théodoridès.

Techniques et civilisations (ancien titre pour le tome I : *Métaux et civilisations*), éd. Métaux, Saint-Germain-en-Laye.

Vol. I, fasc. 1 (1945). — L. Delville, *Métaux et civilisations ;* H. Verne, *L'art du métal ;* P. Cézard, *L'alchimie et les recettes techniques ;* N. T. Bielaiew, *Sur le damas oriental et les lames damassées ;* H. Moureu, *Les nouvelles armes allemandes dites V1 et V2.*

Vol. I, fasc. 2 (1945). — P. Peissi, *Rôle de l'acier dans notre civilisation ;* P. Peissi, *Les artisans sahariens du métal ;* R. Pottier, *Chez les Touaregs ;* P. Cézard, *L'alchimie et les recettes techniques ;* J. Savant, *Armes de Cosaques.*

Vol. I, fasc. 3 (1945). — E. Salin, *Traitement au laboratoire des fers archéologiques ;* L. Delville, *Les métaux à la section d'art décoratif du XXIIe Salon des Tuileries.*

Vol. I, fasc. 4 (1946). — R. de Mecquenem, *L'emploi des métaux par les civilisations susiennes ;* B. Gille, *Le moulin à fer et le haut fourneau.*

Vol. I, fasc. 5 (1946). — R. Lantier, *Propos sur l'âge du bronze ;* B. Gille, *L'utilisation de la houille en sidérurgie ;* R. Grunberg, *Les alliages Zamak (nouvelle étape dans l'histoire du zinc).*

Vol. I, fasc. 6 (1946). — P. Le Gentilhomme, *Le jeu des mutations de l'argent au IIIe siècle : Étude sur l'altération de la monnaie romaine de 215 à 275 ;* A. Galtié, *Médailles en bronze.*

Vol. II, fasc. 1 (1951). — L. Delville et B. Gille, *Techniques et civilisations ;* A. Leroi-Gourhan, *Notes pour une histoire des aciers ;* Dr Mont. Fr. Pisek, *Un manuscrit en langue tchèque, provenant de la seconde moitié du XVIe siècle, sur l'art de la fonderie ;* M. Maget, *Problèmes de méthode. L'enquête ethnographique sur les techniques pré-industrielles ;* Y. Le Gallec, *Les origines du moteur à combustion interne.*

Vol. II, fasc. 2 (1952) (changement de numérotation). — A.-G. Haudricourt,

La fonte en Chine ; B. Gille, *La naissance du système bielle-manivelle ;* Y. Le Gallec, *Les origines du moteur à combustion interne et du moteur à explosion ;* P. Gille, *Les traités de construction navale aux XVII^e^ et XVIII^e^ siècles ;* R. Théry, *Jouffroy d'Abbans et les origines de la navigation à vapeur.*

Vol. II, fasc. 3-4 (1952). — B. Gille, *Léonard de Vinci et son temps ;* C. Duret, *Contrebutement et tassement dans les églises gothiques ;* J.-M. Massa, *La brouette ;* R. Gourmelon, *Réactions d'entrepreneurs en face d'une invention : l'introduction du convertisseur Bessemer en France.*

Vol. II, fasc. 5-6 (1953). — B. Gille, *Contribution à une histoire de la civilisation technique ;* J. H. Van Houten, *Protection contre la mer et assèchements en Hollande ;* A. Pouderoyen, *Les polders aux Pays-Bas, leur assèchement, leur drainage. Les moulins de pompage, d'industrie et les moulins de boue ;* J. Gimpel, *Sciences et techniques des maîtres maçons du XIII^e^ siècle ;* Étude collective, *La machine à vapeur en France au XVIII^e^ siècle.*

Chaque numéro contient, en outre, une revue des livres et des informations diverses.

S. Colnort.

PUBLICATIONS REÇUES

Van de Velde (A. J. J.), L'enfance de la microbiologie, période historique de Moïse et Homère à van Leeuwenhoek, in *Biologisch Jaarboek*, pp. 219-234, Gand, Junk, 1953.

Van de Velde (A. J. J.), Het leven en het werk van J. B. Van Mons, 1765-1842, in *Mededelingen Van de Vlaamse chemische Vereniging*, pp. 198-206, Gand. Vlaamse chemische Vereniging, 1953.

Van de Velde (A. J. J.), De les van Anatomie, in *Verhandelingen van de Kon. Vla. Academie voor Geneeskunde van België*, pp. 203-219, Gand, 1953.

Van de Velde (A. J. J.), De Natuurwetenschappen in de compendia van de XIII^e^ Eeuw, in *Mededelingen van de Kon. Vla. Academie voor Wetenschappen, Letteren en schone Kunsten van België*, Bruxelles, 1953.

Schierbeek (A.), The collected letters of Antoni van Leeuwenhoek, an appeal to the scientific world, in *Antoni van Leeuwenhoek*, 1953.

Rooseboom (M.), Rijksmuseum voor de Geschiedenis der Natuurwetenschappen (Verslag van de Direcrice over het Jaar 1952), in *Ministerie van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen*, 1953.

The sixth general Assembly of the International Council of Scientific Unions, held at Amsterdam, October 1st to 3rd 1952, Reports of proceedings, edited by F. J. M. Stratton, Cambridge University Press, 1953. P. : 7 s. 6 d.

Scientia Veterum, Bollettino del Corso di Storia della Medicina dell'Università di Pisa per la publicazione di documenti inediti relativi alla Storia della Medicina e delle Scienze, Anno 11, n° 3, déc. 1953.

Georges Gamow, *La création de l'Univers*, trad. de G. Guéron, Paris, Dunod, 1954, 16 × 22 cm., 176 p., 52 pl. et ill. Prix : 540 fr.

Changeux (Robert), *Nouvelle carte du Ciel*, Paris, Gauthier-Villars, 1954, 55 × 75 cm. Prix : 1.200 fr.

Le gérant : P.-J. Angoulvent.

1954. — Imprimerie des Presses Universitaires de France. — Vendôme (France)
ÉDIT. N° 23.615 Dépôt légal : 4-1954 IMP. N° 13.723

LA SCIENCE VIVANTE

Collection dirigée par René AUDUBERT

VOLUMES PARUS :

1. **Bactéries et virus**, par André Boivin ..... 232 fr.
2. **Rayons cosmiques**, par Pierre Auger ..... 232 fr.
3. **Les idées nouvelles de la Génétique**, par Jean Rostand *(en réimpression)*
4. **De la stratosphère à l'ionosphère**, par D. Barbier et D. Chalonge ..... 288 fr.
5. **Nouveaux aspects de la lutte contre la mort**, par Léon Binet ..... *(en réimpression)*
6. **Biologie des jumeaux**, par Maurice Caullery ..... 232 fr.
7. **L'espace interstellaire**, par Henri Mineur ..... 348 fr.
8. **La genèse des montagnes**, par Marcel Roubault ..... 580 fr.
9. **Le sexe, rôle de l'hérédité et des hormones dans sa réalisation**, par Véra Dantchakoff ..... 580 fr.
10. **Macromolécules et matières plastiques**, par Jacques Duclaux ..... 480 fr.
11. **La prospection géophysique**, par Louis Cagniard ..... 480 fr.
12. **Le microscope électronique et ses applications**, par T. Reïs 480 fr.
13. **Lumière et végétation**, par Jean Terrien et Georges Truffaut ..... 348 fr.
14. **L'onde électronique et la chimie moderne**, par Raymond Daudel ..... 580 fr.
15. **La nature de l'Univers**, par Fred Hoyle ..... 348 fr.
16. **Les hormones végétales**, par Roger David ..... 480 fr.
17. **Les ultrasons et leurs applications**, par André Dognon 480 fr.
18. **Chimiosynthèse et photosynthèse**, par Roger Buvat .... 720 fr.
19. **Chimie physique des couches sensibles photographiques**, par Marcel Abribat ..... 700 fr.

PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE

PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE

NOUVEAUTÉS :

ÉDOUARD BOUREAU

Sous-directeur du Muséum d'Histoire Naturelle

ANATOMIE VÉGÉTALE

Tome I, in-16 jésus ..... 2.000 fr.

ANDRÉ GUILCHER

Professeur à la Faculté des Lettres de Nancy

MORPHOLOGIE LITTORALE ET SOUS-MARINE

In-4° couronne ..... 1.000 fr.

ALBERT CHATELET

Doyen de la Faculté des Sciences de Paris

ARITHMÉTIQUE ET ALGÈBRE MODERNES

Tome I, in-16 jésus ..... 1.200 fr.

ROBERT GUILLIEN

Directeur de l'Institut de physique de l'Université de la Sarre

ÉLECTRONIQUE

Tome II, in-16 jésus ..... 1.800 fr.

GEORGES VALIRON

Professeur à la Faculté des Sciences de Paris

FONCTIONS ANALYTIQUES

In-16 jésus ..... 1.500 fr.

108, BOULEVARD ST GERMAIN, PARIS

1954. — Imp. des Presses Universitaires de France Vendôme (France